

TUGAS AKHIR

***ECO FILTER AIR DENGAN MEMANFAATKAN
CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*)
SEBAGAI MEDIA FILTRASI UNTUK MENURUNKAN
KADAR TIMBAL (PB)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



AISYAH QISTHY MILLATISILMI

16513018

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

TUGAS AKHIR

ECO FILTER AIR DENGAN MEMANFAATKAN CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*) SEBAGAI MEDIA FILTRASI UNTUK MENURUNKAN KADAR TIMBAL (PB)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**AI SYAH QISTHY MILLATISILMI
16513018**

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 30 Juni 2020

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 30 Juni 2020

HALAMAN PENGESAHAN

ECO FILTER AIR DENGAN MEMANFAATKAN CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*) SEBAGAI MEDIA FILTRASI UNTUK MENURUNKAN KADAR TIMBAL

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 16 Juni 2020

Disusun Oleh :

AISYAH QISTHY MILLATISILMI

16513018

Tim Penguji :

Penguji 1

(Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.)

Penguji 2

(Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.)

Penguji 3

(Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.)

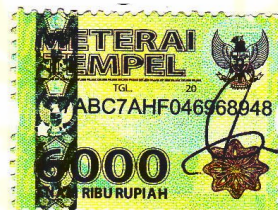
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 20 April 2020

Yang membuat pernyataan,



Aisyah Qisthy Millatisilmi

NIM: 16513018

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2019 ini ialah ***Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb).***

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Eko Siswoyo, ST, MSc.ES, MSc, Ph.D. selaku pembimbing yang telah banyak memberi saran. Di samping itu, terima kasih penulis sampaikan kepada staff laboran yang telah membantu selama penelitian dan pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 20 April 2020



Aisyah Qisthy Millatisilmi



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

AISYAH QISTHY MILLATISILMI. *Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb)*. Dibimbing oleh Eko Siswoyo, ST, MSc.ES, MSc, Ph.D.

Setiap kegiatan industri akan menghasilkan limbah yang mengandung logam berat, salah satunya timbal (Pb). Pengolahan yang dapat dilakukan dengan teknologi filtrasi. Filtrasi adalah proses penyaringan dengan menggunakan media filter/berpori sehingga terjadi penyerapan logam berat oleh media filter. Media filter yang digunakan adalah cangkang kerang darah yang merupakan salah satu komoditas laut dengan jumlah produksi yang besar dan tersebar di berbagai wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase penyisihan timbal (Pb) dengan media filter cangkang kerang darah. Jenis penelitian ini adalah metode eksperimen skala laboratorium. Media filter menggunakan variasi ukuran partikel yaitu 2-1,7 mm : 1,3-1 mm dan $\leq 0,6$ mm serta dengan variasi ketebalan yaitu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Media filter diaktivasi secara fisika dan kimia. Parameter yang diuji adalah logam berat Pb, pH dan DO. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel dengan kadar Pb 9,67 mg/l setelah difiltrasi menjadi 0,22 mg/l pada ketebalan 4 cm dengan tingkat keefektifan 97,73%. 0,11 mg/l pada ketebalan 6 cm dengan tingkat keefektifan 98,91% dan 0,08 mg/l pada ketebalan 8 cm dengan tingkat keefektifan 99,21%.

Kata kunci: Cangkang Kerang Darah, Filtrasi, Limbah, Pb,

ABSTRACT

AISYAH QISTHY MILLATISILMI. *Eco Water Filter By using Blood Clam Shell (Anadara granosa) As A Filter Media To Reduce Lead (Pb) in water. Supervised by Eko Siswoyo, ST, MSc.ES, MSc, Ph.D.*

Every industrial activity will produce waste containing heavy metal, one of them is lead (Pb). Which may be done by the processing of filtration technology. Filtration is a filtering process that uses the filter media so there was the absorption of heavy metals by the filter media. The filter media used is the shell of clam blood, which is one of the commodities a great sea with the volume of production and spread in various areas. This study aims to know the percentage of lead removal with blood clam shell filter. The kind of this research is the experimental methods with a laboratory scale. Filter media uses variations in particle size, which are 2-1.7 mm: 1.3-1 mm and ≤ 0.6 mm and with thickness variations of 4 cm, 6 cm, and 8 cm. The filter media is activated physically and chemically. The parameters tested were heavy metal Pb, pH and DO. The results of this study indicate that the sample with a Pb level of 9.67 mg / l after filtering to 0.22 mg / l at a thickness of 4 cm with an effective level of 97.73%. 0.11 mg / l at a thickness of 6 cm with an effective level of 98.91% and 0.08 mg / l at a thickness of 8 cm with an effective level of 99.21%.

Keywords: Blood Shells, Filtration, Waste, PB



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	13
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Hipotesis Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Filtrasi	7
2.2 Logam berat	9
2.2.1 Logam Berat Timbal (Pb)	9
2.2.2 Kasus Pencemaran Logam Berat	9
2.3 Cangkang kerang darah (<i>Anadora granosa</i>)	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Jenis dan Lokasi Penelitian	15
3.2 Parameter Penelitian dan Metode Uji	15
3.3 Variabel Penelitian	15
3.4 Prosedur Penelitian.....	15
3.4.1 Tahap persiapan	16
3.4.2 Tahap Penelitian.....	17
3.4.3 Design Reaktor Eco Filter	17

3.4.4 Operasi Reaktor Filter	19
3.4.5 Pengukuran Kecepatan dan laju Filtrasi.....	20
3.4.6 Pembuatan Media Filter	21
3.4.7 Proses Aktivasi Media Filter	22
3.4.8 Pembuatan Sampel Limbah Sintetis.....	23
3.4.9 Penentuan kurva kalibrasi larutan standar.....	25
3.4.10 Pengukuran Kadar Timbal (Pb) Dari Sampel	26
3.4.11 Pengukuran pH.....	27
3.4.12 Pengukuran Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen)	28
3.5 Analisis Data	29
3.5.2 Penyisihan Timbal (Pb).....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Persentase Penyisihan Pb	31
4.2 Pengukuran PH	35
4.3 Pengukuran Kecepatan dan Debit Filtrasi.....	36
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Simpulan	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	47
RIWAYAT HIDUP.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Dimensi Detail Reaktor <i>Eco Filter</i>	19
Tabel 4. 1 Pengukuran Kadar Timbal	31
Tabel 4. 2 Persentase Penyisihan Kadar Timbal.....	32
Tabel 4. 3 Pengukuran PH	35
Tabel 4. 4 Kecepatan dan Debit Filtrasi.....	36





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cangkang Kerang Darah	13
Gambar 3. 1 Skema Pelaksanaan Tahap Persiapan Penelitian.....	16
Gambar 3. 2 Skema Tahap Penelitian	17
Gambar 3. 3 Reaktor <i>Eco Filter</i>	18
Gambar 3. 4 Operasi Alat Filter	20
Gambar 3. 5 Pengukuran Laju Filtrasi	21
Gambar 3. 6 Cara Kerja Pembuatan Media Filter.....	22
Gambar 3. 7 Cara Kerja Aktivasi Media Filter	23
Gambar 3. 8 Cara Kerja Pembuatan Sampel Larutan timbal (Pb)	24
Gambar 3. 9 Cara Kerja Penentuan kurva kalibrasi	25
Gambar 3. 10 Cara Kerja Pengukuran kadar timbal (Pb) dari sampel.....	26
Gambar 3. 11 Cara Kerja Pengaturan pH Sampel uji (pH Awal)	27
Gambar 3. 12 Cara Kerja Pengukuran pH Akhir	28
Gambar 3. 13 Cara Kerja Pengukuran Oksigen Terlarut	28



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 Data Hasil Pengukuran Kadar Pb	47
Lampiran. 2 Perhitungan	49
Lampiran. 3 Pembuatan Media Filter Cangkang Kerang Darah.....	51
Lampiran. 4 Dokumentasi Hasil Penelitian	52





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup. Oleh karena itu, perlunya memelihara sumber daya air agar kuantitas dan kualitas sumber air bersih tetap terjaga konsistensinya sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya sampai dengan generasi yang akan datang (Effendi, 2003). Permasalahan utama dari sumber daya air adalah kuantitas dan kualitas air bersih yang semakin menurun akibat kegiatan industri, kegiatan domestik, dan kegiatan lainnya yang membuang limbahnya ke lingkungan tanpa dilakukannya pengolahan terlebih dahulu. Limbah tersebut biasanya mengandung logam berat berupa Pb, Cd, Cr dan lainnya (Qian, 2009).

Limbah industri apabila langsung dibuang ke badan perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat mencemari sumber air bersih seperti air sumur sebagaimana penelitian yang dilakukan (Irfandi dkk, 2013) bahwa salah satu sampel air sumur gali penduduk di desa Bandar Khalipah yang diambil dengan jarak 50 meter dari lokasi industri daur ulang aki, mengandung logam berat (Pb) sebesar 0,10 mg/L. Tidak hanya mencemari air sumur, limbah yang langsung dibuang ke badan lingkungan dapat mencemari air sungai. Sebagaimana penelitian (Nasution dkk, 2017) Sungai Silau, Kota Kisaran, Sumatra Utara dan industri telah tercemar logam berat timbal (Pb) yang berkisar dari 0,190 mg/l hingga 1,112 mg/l. Sungai Silau dimanfaatkan untuk air minum, irigasi dan pertanian.

Apabila terus menerus menggunakan atau bahkan mengonsumsi air yang tercemar logam berat akan mengganggu kesehatan manusia. Adapun kadar logam berat (Pb, Cu dan Zn) yang melebihi batas maksimum yang diperbolehkan, hal tersebut dapat mempengaruhi kesehatan manusia seperti terjadinya kerusakan pada organ-organ penting manusia seperti ginjal, jantung, hati, otak dan tulang manusia (Palar, 2012).

Upaya untuk menanggulangi permasalahan pencemaran logam berat pada air bersih, yaitu dapat menggunakan teknologi filtrasi. Filtrasi adalah proses penyaringan yang dapat memisahkan zat-zat padat dari cairanya (fluida) dengan menggunakan media filter (berpori) untuk menghilangkan koloid, partikel atau zat padat halus yang tersuspensi (Masduqi dan Assomadi, 2012). Bahan media filter dan ukuran diameter partikel dapat mempengaruhi kualitas hasil penyaringan, semakin kecil diameter ukuran partikel maka semakin baik kualitas hasil penyaringannya. Proses terperangkapnya partikel atau adsorbat oleh bahan yang berpori/absorbent disebut absorpsi (Nurhidayati, 2009).

Media adsorben dapat menggunakan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Menurut data Kementrian Kelautan dan Perikanan, Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu komoditas laut dengan tingkat produksi yang cukup besar, yaitu mencapai 34.482 ton pada tahun 2010 dengan pertumbuhan produksi rata-rata 5%-10% (Pemerintah RI, 2011). Produksi kerang darah yang cukup besar akan menimbulkan potensi limbah padat yang besar pula. Pada saat ini limbah ini pada umumnya hanya dijadikan sebagai kerajinan tangan, pakan ternak bahkan hanya dibuang begitu saja belum ada pengolahan khusus. Maka dari itu perlu inovasi pemanfaatan lain yang dapat menambah nilai manfaat dari limbah cangkang kerang darah dengan diolah menjadi media filter.

Cangkang kerang mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 98,7% sedangkan 1,3% sisanya terdiri dari Mg, Na, P, K dan lain-lain (Awang dkk, 2007). Secara fisik struktur pada cangkang kerang darah terlihat memiliki pori-pori sehingga dapat mengadsorpsi atau menyerap zat-zat lain kedalam pori-pori permukaannya. Pemanfaatan cangkang kerang darah sebagai media filter ini juga didukung oleh kemampuan kerang yang dapat mengakumulasi logam karena kerang merupakan biota air laut yang bersifat *filter feeder*, dimana logam yang ada di air akan terjepit dan terakumulasi di jaringan daging dan cangkang kerang (Wulandari, 2009). Pada penelitian terdahulu telah meneliti bahwa cangkang kerang darah mampu menyerap ion timah putih hingga 53,113% pada konsentrasi 30 ppm/jam (Afranita, dkk, 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Wahyudianto, 2016) juga telah menunjukkan bahwa cangkang kerang darah dapat menyerap logam Pb^{2+} dengan kapasitas maksimum sebesar 125 mg/g dengan metode adsorpsi dimana adsorben diaktivasi secara kimia dan fisika. Maka pada penelitian ini mengembangkan penelitian tersebut dengan metode yang berbeda yaitu metode filtrasi untuk penyisihan logam berat timbal (Pb). Adapun Reaktor filter yang digunakan adalah tipe filter *down flow* dengan sistem pengaliran secara gravitasi (*gravity filter*) (Masduqi dan Assomadi, 2012). Pada Penelitian ini akan mempertimbangkan ukuran partikel media filter, variasi ketebalan media filter, aktivasi media filter dan pengaturan pH sampel yang nantinya dapat mengetahui persentase efektivitas media filter cangkang kerang darah terhadap penyisihan kadar timbal (Pb)

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang disebutkan diatas mengenai berapa persentase efektivitas kinerja cangkang kerang darah dalam menyisihkan kadar Pb maka penulis merumuskan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa kadar timbal (Pb) pada sampel sebelum dan sesudah proses filtrasi dengan variasi ketebalan media filter cangkang kerang darah ?
2. Berapa persentase efektivitas media filter cangkang kerang darah terhadap penyisihan kadar timbal (Pb) ?

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kadar timbal (Pb) sebelum dan sesudah proses filtrasi dengan variasi ketebalan media filter cangkang kerang darah.
2. Untuk mengetahui persentase efektivitas media filter cangkang kerang darah terhadap penyisihan kadar timbal (Pb)

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat terkait potensi pemanfaatan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai media filter dalam penyisihan kadar timbal (Pb).

2. Bagi Pemerintah

Memberikan informasi, pertimbangan dan pengambilan keputusan tentang pengolahan air limbah dapat menggunakan media filter cangkang kerang darah dalam penyisihan logam berat timbal (Pb).

3. Bagi Peneliti

Memberikan referensi untuk penelitian lanjutan terkait pemanfaatan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai media filter dalam penyisihan kadar timbal (Pb).

1.5 Hipotesis Penelitian

Ada penyisihan kadar timbal (Pb) setelah melalui proses filtrasi dengan menggunakan media filtrasi cangkang kerang darah. Sebab secara fisik cangkang tersebut mempunyai pori-pori yang mampu untuk mengadsorpsi atau menyerap zat-zat lain ke dalam pori-pori permukaannya.

1.5 Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang menjadi batasan namun tidak menghambat penelitian, akan tetapi dapat menjadi acuan dalam penelitian selanjutnya. Adapun beberapa hal yang menjadi batasan adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP Kampus terpadu UII jalan Kaliurang KM 14,5.
2. Penelitian ini menggunakan jenis filter berupa *single* media yang berasal dari limbah cangkang kerang darah
3. Limbah cangkang kerang darah yang digunakan berasal dari restoran *seafood* disekitar Yogyakarta

4. Reaktor filter memiliki volume kapasitas 1000 ml dengan menggunakan sistem *continue* dengan waktu kontak 42 menit (ketebalan 4 cm), 45 menit (ketebalan 6 cm), dan 49 menit (ketebalan 8 cm).
5. Air sampel yang digunakan adalah sampel sintetis yang mengandung kadar timbal (Pb) 9,67 mg/l
6. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi :
 - a. Ukuran partikel cangkang kerang darah yang dijadikan media adalah 2-1,7 mm : 1,3-1,0 mm ; $\leq 0,6$ mm
 - b. Ketebalan media filter cangkang kerang darah masing-masing 4 cm, 6 cm, 8 cm
 - c. Parameter utama yang diuji adalah kadar timbal (Pb) dan parameter pendukung, yaitu pH dan DO
7. Pengujian kadar timbal pada penelitian ini mengacu kepada SNI 06-6989.8-2004, yaitu cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala. Pengujian pH mengacu kepada SNI 06.6989.11:2004 diukur secara potensiometri dengan pHmeter, dan parameter oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) diukur dengan DOmeter secara potensiometri.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Filtrasi

Filtrasi atau penyaringan merupakan teknologi untuk pemisahan padatan dari air limbah dengan laju aliran tertentu yang melewati media berpori yang hanya bisa digunakan oleh air limbah. Prinsip dasar filtrasi adalah menggunakan laju aliran air limbah yang melewati media filtrasi yang dapat meningkatkan kualitas air limbah yang sebelum dibuang ke badan perairan. Teknologi penyaringan dibedakan menjadi dua kategori umum, yaitu konvensional dan non konvensional (Cheremisinoff, 2002). Penggunaan teknologi filtrasi ini tergantung pada tujuan pengolahan air dan *pre treatment* yang dilakukan pada air baku sebagai influen filter. (Masduqi dan Assomadi, 2012).

Pengolahan air limbah dengan filtrasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti filter cepat (*rapid filter*) dan filter lambat (*slow filter*).

1) Filter cepat (*rapid filter*)

Filtrasi cepat adalah filter dengan kecepatan filtrasi cepat berkisar 4 hingga 21 m/jam. Filtrasi diawali dengan proses *pre treatment* berupa flokulasi, koagulasi jika air baku memiliki kekeruhan 5-10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90-98% (Masduqi dan Assomadi, 2012).

2) Filter Lambat (*slow filter*)

Filter pasir lambat adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi lambat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Filtrasi lambat ini menggunakan media filter dengan ukuran partikel yang lebih kecil (*effective size* = 0,15-0,35 mm) (Masduqi dan Assomadi, 2012).

Filter air adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyaring dan menghilangkan kontaminan di dalam air dengan menggunakan penghalang atau media, baik secara proses fisika, kimia maupun biologi. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses filtrasi menurut (Kusnaedi, 2010) adalah sebagai berikut.

a. Debit Filtrasi

Debit filtrasi dapat disebut dengan laju filtrasi yang merupakan laju aliran yang mengalir melewati proses media filtrasi yang ditampung dalam suatu wadah dengan volume tertentu per waktu tertentu yang dinyatakan dalam satuan volume per waktu. Apabila debit dan kecepatan suatu aliran semakin meningkat maka proses filtrasi akan semakin menurun karena terjadinya kejenuhan secara cepat. Maka perlunya debit dan kecepatan yang kecil agar hasil penyaringan semakin baik.

b. Ketebalan media filter

Ketebalan media filter merupakan lapisan ketebalan suatu media filter/media berpori dalam proses filtrasi. Ketebalan media berpengaruh terhadap waktu kontak air dengan media filter. Apabila suatu media filter semakin tebal maka waktu kontak antara air dengan media filter akan semakin lama. Hal ini menyebabkan kualitas hasil filtrasi yang didapat semakin baik

c. Lamanya pemakaian media untuk penyaringan

Media filter yang terus menerus digunakan akan terjadi penurunan hasil kualitas penyaringannya, karena filter yang digunakan telah mengalami penyumbatan atau jenuh, oleh karena itu media filter perlu dilakukan pencucian terlebih dahulu agar dapat digunakan kembali dalam proses filtrasi.

d. Waktu Kontak

Waktu kontak adalah lamanya terjadinya kontak antara air dengan media filtrasi selama proses filtrasi. Semakin lama waktu kontak air dengan media filter maka akan semakin baik hasil kualitas penyaringannya karena semakin besar daya penyerapan oleh media filter tersebut.

2.2 Logam berat

Secara ilmu kimia, logam berat merupakan termasuk logam transisi dengan nomor atom lebih besar dari 20 dan berat jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 (Duffus, 2002). Sedangkan secara ilmu biologi, logam berat adalah unsur logam yang dapat bersifat racun bagi tanaman dan hewan meskipun dalam konsentrasi sangat rendah. Contoh logam berat yaitu kadmium (Cd), arsen (As), kromium (Cr), talium (Tl), dan timbal (Pb) (Qian, 2009).

2.2.1 Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal (Pb) termasuk logam berat yang lunak berwarna abu-abu kebiruan. Timbal (Pb) berbentuk padat pada suhu kamar, mempunyai titik lebur $327,4$ derajat Celcius, memiliki berat jenis sebesar $11,4$ dan termasuk kelompok logam berat golongan IVA dalam Sistem Periodik Unsur kimia, serta mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,2. Pb biasanya sering ditemukan dalam bentuk senyawa dengan molekul lain misalnya dalam bentuk PbBr_2 dan PbCl_2 . Logam Pb banyak digunakan sebagai bahan pengemas, saluran air, alat-alat rumah tangga dan hiasan. Dalam bentuk oksida timbal digunakan sebagai pigmen/zat warna dalam industri kosmetik dan *glace* serta industri keramik yang sebagian diantaranya digunakan dalam peralatan rumah tangga (Librawati, 2005).

Logam berat timbal berbahaya terhadap kesehatan manusia dan bersifat akumulatif terhadap tubuh manusia. Akumulasi timbal yang tinggi didalam tubuh manusia dapat merusak sistem organ penting seperti sistem saraf, sistem reproduksi, sistem pembentukan darah, ginjal, hati, dan jantung. Logam berat timbal juga dapat menyebabkan tekanan darah tinggi serta anemia akibat akumulasi timbal dalam darah manusia yang relatif tinggi (Amaral et al, 2010)

2.2.2 Kasus Pencemaran Logam Berat

Pada saat ini sudah banyak kasus-kasus air sumur yang tercemar logam berat yang diakibatkan oleh kegiatan industri yang tidak mengolah limbahnya. Adapun contoh kasus-kasus mengenai pencemaran logam berat pada air sumur adalah sebagai berikut :

2.2.3.1 Kasus Sumur Gali Sekitar Industri

Sumur gali yang terletak di Desa Bandar Khalipah Kabupaten Deli Serdang telah tercemar logam berat Pb pada air sumur tersebut. Lokasi sumur gali tersebut berada di sekitar industri peleburan aki bekas. Kandungan tertinggi logam berat Pb dalam air sumur gali sebesar 0,14 mg/L. Kadar logam berat tersebut melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/ 1990 yaitu 0,05 mg/L. (Winni, 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Irfandi dkk, 2013) telah dilakukan survei pada usaha daur ulang aki yang terdapat di Desa Bandar Khalipah Kabupaten Deli Serdang bahwa usaha tersebut sudah berdiri sejak tahun 1996 dengan luas industri $+40 \times 20 \text{ meter}^2$. Industri ini memiliki 3 unit usaha, yaitu penampungan aki bekas, usaha peleburan aki, usaha pembuatan pemberat pancing. Industri peleburan aki ini masih menggunakan teknologi sederhana dan tidak ada penampungan dan pengolahan untuk limbahnya yang mengandung Pb dan logam berat lainnya. Salah satu sampel air sumur gali penduduk di Dusun III Desa Bandar Khalipah yang diambil dengan jarak 50 meter dari lokasi industri daur ulang aki, mengandung logam berat (Pb) sebesar 0,10 mg/L yang mana telah melebihi baku mutu Permenkes Nomor 416 tahun 1990 tentang nilai ambang batas Pb untuk air bersih adalah sebesar 0,05 mg/L. Sedangkan berdasarkan Permenkes Nomor 492 tahun 2010 tentang nilai ambang batas Pb pada air minum sebesar 0,01 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa semua sampel air sumur gali tidak memenuhi syarat. Sehingga air tersebut tidak dapat digunakan untuk kebutuhan memasak dan minum karena dapat terakumulasi dalam tubuh dan mengganggu kesehatan manusia.

2.2.3.2 Kasus Sungai Citarum

Sungai Citarum merupakan sungai terbesar dan sumber air permukaan utama di wilayah Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Sungai ini dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan manusia seperti irigasi, rumah tangga, budidaya perikanan, kegiatan industri, dan air baku bersih, serta pembangkit listrik tenaga air (PLTA) untuk sistem kelistrikan Jawa dan Bali (Wangsaatmaja, 2004).

Saat ini Sungai Citarum telah mengalami penurunan kualitas dan kuantitas yang memprihatinkan akibat terjadinya peningkatan aktivitas masyarakat disekitarnya yang berakibat peningkatan pencemaran Sungai Citarum sepanjang 127 km atau 41,7% dari panjang sungai telah dikategorikan tercemar berat (Wangsaatmaja, 2004).

Salah satu pencemar yang telah mencemari Sungai Citarum adalah logam berat. Menurut penelitian Sungai Citarum pada lokasi Dayeuhkolot memiliki nilai timbal (Pb) yang terkandung dalam air sungai paling tinggi, diakibatkan banyaknya limbah industri dan limbah aktivitas manusia yang dibuang ke dalam aliran sungai. Begitu juga pada lokasi Cisirung merupakan daerah kawasan industri dengan nilai timbal 0,02 mg/L (Desriyan dkk, 2015).

2.2.3.3 Kasus Sungai Silau

Sungai Silau merupakan sungai terbesar kedua setelah sungai Asahan yang terletak di Kota Kisaran Sumatera Utara. Sungai tersebut dimanfaatkan untuk kebutuhan masyarakat seperti irigasi, kebutuhan air minum, pertanian dan industri. Sepanjang Sungai Silau berdekatan dengan pemukiman dan industri yang mana terdapat berbagai kegiatan masyarakat yang berpotensi terjadinya pencemaran sungai.

Pada penelitian ini telah menunjukkan bahwa Sungai Silau telah tercemar logam timbal. Adapun penelitian dilakukan di 3 stasiun dengan hasil kadar timbal yaitu sebesar 1,112 mg/l di stasiun I yang berada di Kelurahan Tebing Kisaran. Hasil kadar timbal pada stasiun II sebesar 0,441 mg/l berada di Kelurahan Tegal Sari dan sebesar 0,190 mg/l. Pada stasiun III yang berada Kelurahan Sendang Sari (Nasution dkk, 2017)

2.3 Cangkang kerang darah (*Anadara granosa*)

Pada penelitian ini menggunakan media filter berupa serbuk cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Limbah cangkang kerang darah ini diperoleh berasal dari restoran *seafood*. Adapun klasifikasi dan identifikasi dari spesies kerang darah ini adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Sub Kingdom : Metazoa

Filum : Mollusca

Kelas : Bivalvia

Sub Kelas : Pteriomorpha

Ordo : Arcoida

Super Famili : Arcoidea/Aracea

Famili : Archidea

Genus : Anadara

Species : *Anadara granosa*

(Tantra, 2015)

Adapun gambar cangkang kerang darah (*Anadora granosa*) dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Sumber : Wikipedia

Gambar 2. 1 Cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang mengandung komposisi mineral yang tinggi. Kandungan mineral tersebut terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) dan karbon, Mg, Na, P, K dan lain-lain. Adapun persentase komposisi mineral paling tinggi adalah kandungan gabungan kalsium karbonat CaCO_3 dan karbon yaitu 98,7% sedangkan sisanya 1,3% adalah kandungan mineral berupa Mg, Na, P, K dan lain-lain (Awang dkk, 2007).

Senyawa kalsium karbonat CaCO_3 secara fisik mempunyai pori-pori sehingga mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi atau menyerap zat-zat lain kedalam pori-pori permukaannya sehingga cangkang kerang darah dapat dimanfaatkan sebagai media adsorben pada filter karena kemampuannya dalam menyerap partikel, koloid, dan logam berat. Sebagai pendukung bahwa cangkang kerang dapat dimanfaatkan menjadi media adsorben pada filter adalah sebagaimana penelitian yang telah dilakukan (Os, 2014) dimana meneliti kadar logam Pb, Cu, dan Zn pada cangkang kerang di Tanjung Balai Asahan berturut-turut sebesar 9,28 $\mu\text{g/g}$; 14,45 $\mu\text{g/g}$; dan 492,10 $\mu\text{g/g}$. Kemudian berdasarkan penelitian (Abadiana, 2013) telah meneliti cangkang kerang darah yang berasal dari Pantai Kenjeran Surabaya telah tercemar oleh logam berat timbal (Pb), kadar Pb mula – mula pada cangkang kerang darah, yakni 0,502 ppm sedangkan kadar Pb pada daging kerang darah yakni 0,217 ppm.

Hal ini membuktikan bahwa cangkang kerang dapat menyerap logam berat. Telah diteliti karakteristik dari cangkang kerang darah sebelum digunakan sebagai adsorben mengandung Ca, C, O dan Na. Setelah digunakan adsorben, terdapat kandungan logam berat yaitu Pb, Cu, dan Zn. Dalam penelitian ini kapasitas maksimum cangkang kerang darah mengadsorpsi logam berat Pb^{2+} , Cu^{2+} , dan Zn^{2+} diperoleh berturut-turut sebesar 125 mg/g ; 38,462 mg/g dan 200 mg/g (Wahyudianto, 2016).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Lokasi Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat experimental laboratoris. Penelitian ini dilakukan dalam penelitian skala laboratorium. Waktu pelaksanaan penelitian selama tiga bulan dimulai pada bulan Desember sampai Februari 2020. Lokasi penelitian ini bertempat di Laboratorium kualitas air yang dilakukan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Universitas Islam Indonesia.

3.2 Parameter Penelitian dan Metode Uji

Parameter yang akan diuji pada penelitian ini serta metode uji yang akan dilakukan yaitu logam timbal (Pb) diukur dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala sesuai metode uji SNI 6989.8:2009, parameter pH diukur dengan pH meter dengan metode potensiometri sesuai SNI 06.6989.11:2004, dan parameter oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) diukur dengan DO meter dengan metode potensiometri.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini mempunyai 2 variabel yaitu :

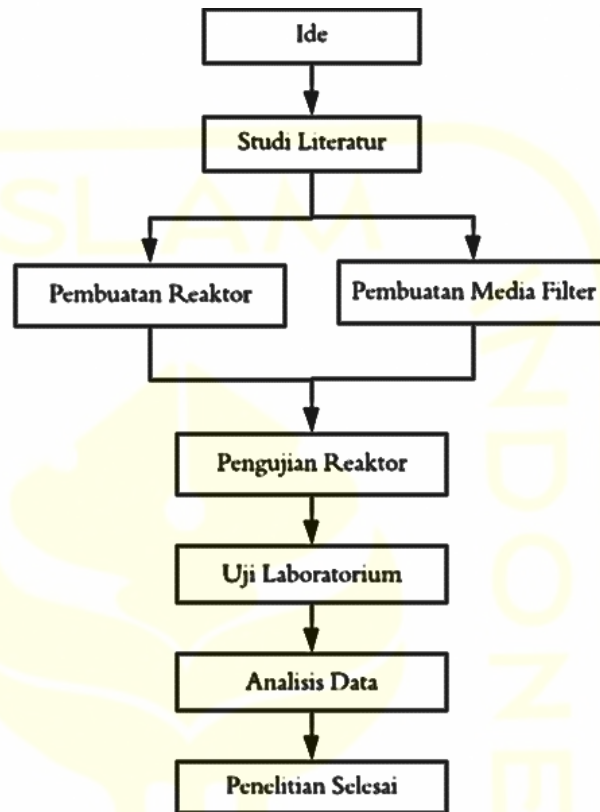
1. Variabel kontrol yaitu :
 - a. Ukuran partikel cangkang kerang darah yang dijadikan media adalah 2-1,7 mm : 1,3-1 mm ; $\leq 0,6$ mm
 - b. Konsentrasi Pb sebesar 9,67 mg/L
 - c. Pengaturan pH : 6-9
2. Variabel bebas yaitu :
 - a. Ketebalan media filter yaitu 4 cm; 6 cm; 8 cm

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian yang bertujuan untuk uji efektivitas pemanfaatan cangkang kerang darah dalam menurunkan kadar timbal (Pb) dalam air. Penjelasan prosedur penelitian adalah sebagai berikut.

3.4.1 Tahap persiapan

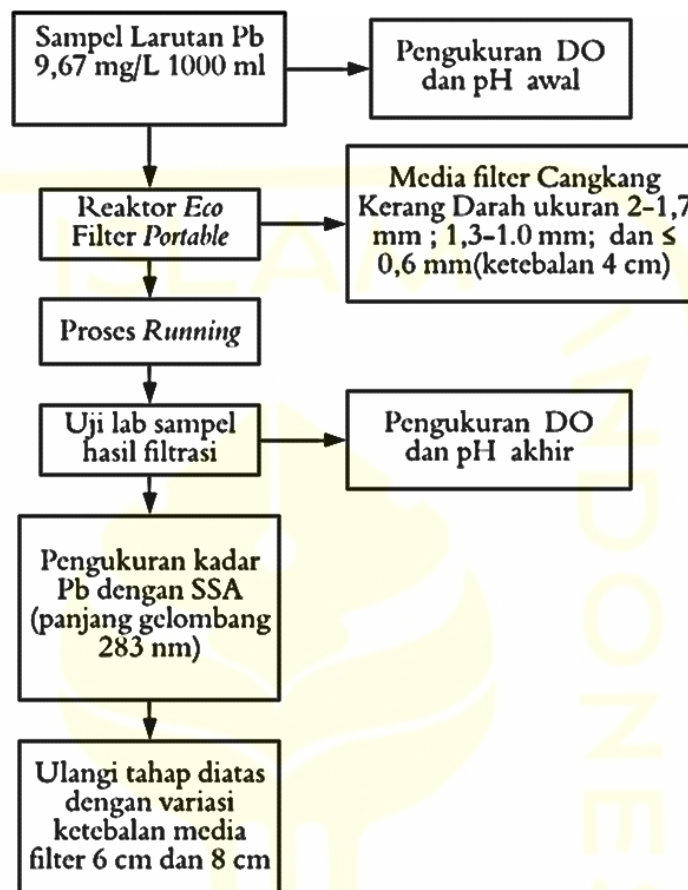
Adapun skema persiapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 adalah berikut.



Gambar 3. 1 Skema Pelaksanaan Tahap Persiapan Penelitian

3.4.2 Tahap Penelitian

Adapun tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3. 2 Skema Tahap Penelitian

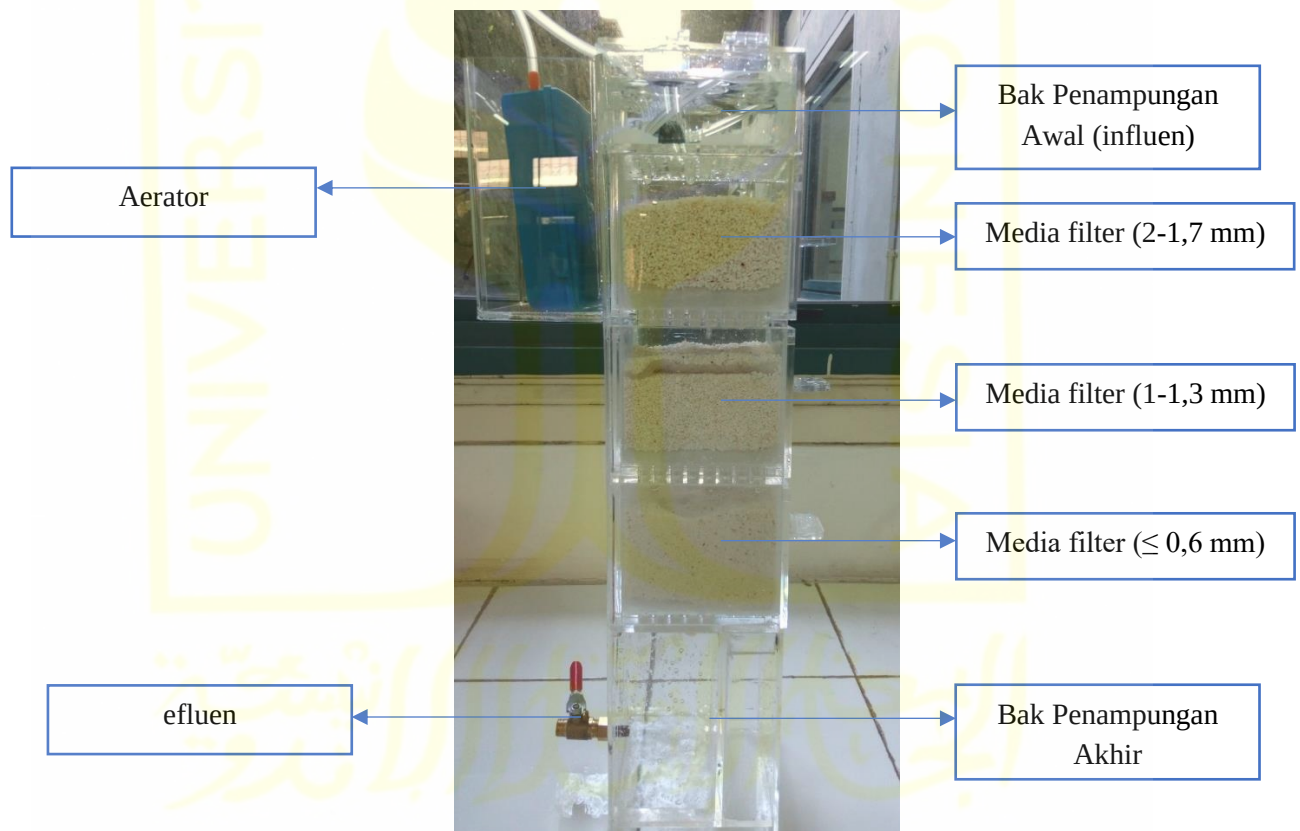
3.4.3 Design Reaktor Eco Filter

Reaktor *eco filter* yang digunakan adalah tipe filter *down flow* dengan sistem pengaliran secara gravitasi (*gravity filter*) (Masduqi dan Assomadi, 2012). Reaktor filter yang dikembangkan ini terbuat dari bahan akrilik dengan memiliki dimensi 51x12x12 cm. Reaktor *eco filter* dengan ketinggian 51 cm mempunyai 5 segmen, yaitu segmen pertama adalah penampungan air sampel yang dilengkapi dengan aerator (*flow* 3 liter/menit). Ketiga segmen selanjutnya adalah media filter yang disusun secara bertingkat dengan ukuran partikel 2-1,7 mm; 1,3-1.0 mm; dan ≤ 0,6 mm dan masing-masing ukuran dilakukan perlakuan saat pengujian yaitu dengan ketebalan 4 cm, 6 cm dan 8 cm.

Segmen terakhir tempat penampungan air olahan. Selain itu, desain ini disesuaikan dengan prinsip *eco filter*, yaitu menggunakan media filter berupa cangkang kerang darah. Adapun pengembangan design detail reaktor *eco filter* dapat dilihat pada Gambar 3.3 adalah sebagai berikut.

1). Alat dan bahan :

- a. Akrilik
- b. Aerator baterai
- c. Lampu uv
- d. Grind mill
- e. *Sieve Shaker*
- f. Selang
- g. Kran
- h. Media filter serbuk cangkang kerang



Gambar 3. 3 Reaktor *Eco Filter*

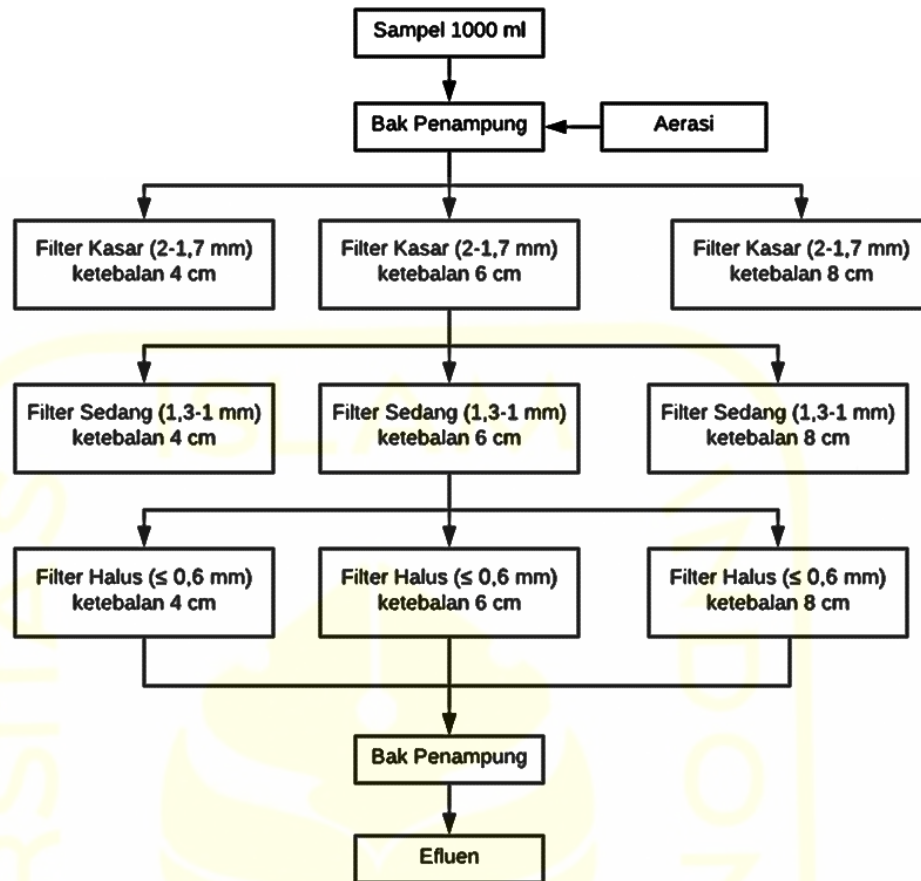
Adapun dimensi detail reaktor *eco filter* dapat dilihat pada Tabel 3.1 adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Dimensi Detail Reaktor *Eco Filter*

Aspek Alat	Rincian Dimensi
Bak Penampung Awal	Panjang: 11 cm Lebar: 11 cm Tinggi: 5 cm
Filter 1 (2-1,7 mm)	Panjang: 11 cm Lebar: 11 cm Tinggi: 10
Filter 2 (1,3-1,0 mm)	Panjang: 11 Lebar: 11 Tinggi: 10
Filter 3 ($\leq 0,6$ mm)	Panjang: 11 Lebar: 11 Tinggi: 10
Bak penampung akhir	Panjang: 11 Lebar: 7 Tinggi: 14
Aerator	Panjang: 11 Lebar: 4 Tinggi: 14

3.4.4 Operasi Reaktor Filter

Reaktor filter memiliki kapasitas 1000 ml. Reaktor ini dilengkapi dengan aerator (*flow* 3 liter/menit) pada bak penampungan awal, sehingga sebelum melewati media filter, air diaerasi terlebih dahulu. Reaktor menggunakan sistem *continue* dengan waktu kontak 42 menit (ketebalan 4 cm), 45 menit (ketebalan 6 cm), dan 49 menit (ketebalan 8 cm). Adapun cara pengoperasian reaktor filter dapat dilihat pada gambar 3.4 adalah sebagai berikut.



Gambar 3. 4 Operasi Reaktor Filter

3.4.5 Pengukuran Kecepatan dan laju Filtrasi

Pada penelitian ini, kapasitas reaktor adalah 1 L dengan waktu kontak selama 42 menit (ketebalan 4cm), selama 45 menit (ketebalan 6cm), dan selama 49 menit (ketebalan 8 cm). Perhitungan kecepatan filtrasi dan laju filtrasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini (Masduqi dan Assomadi, 2012):

Rumus :

$$Q = V \times A$$

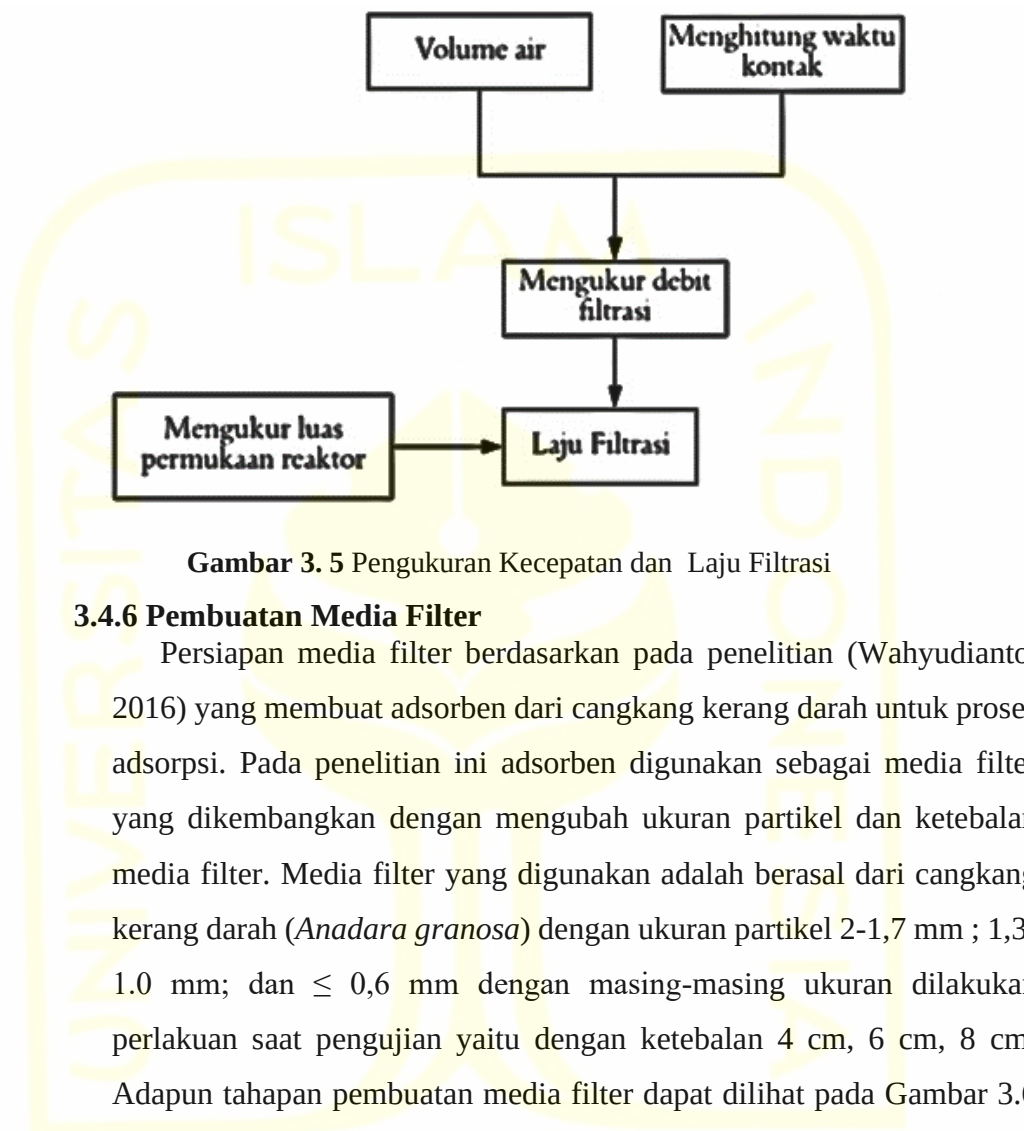
Keterangan :

Q = debit (m^3/jam), (volume (m^3) / waktu (jam))

A = Luas Penampang (m^2) , (Panjang (m) x Lebar (m))

V = Kecepatan aliran (m/jam)

Adapun pengukuran laju filtrasi dapat dilihat pada gambar 3.5 adalah sebagai berikut.



Gambar 3. 5 Pengukuran Kecepatan dan Laju Filtrasi

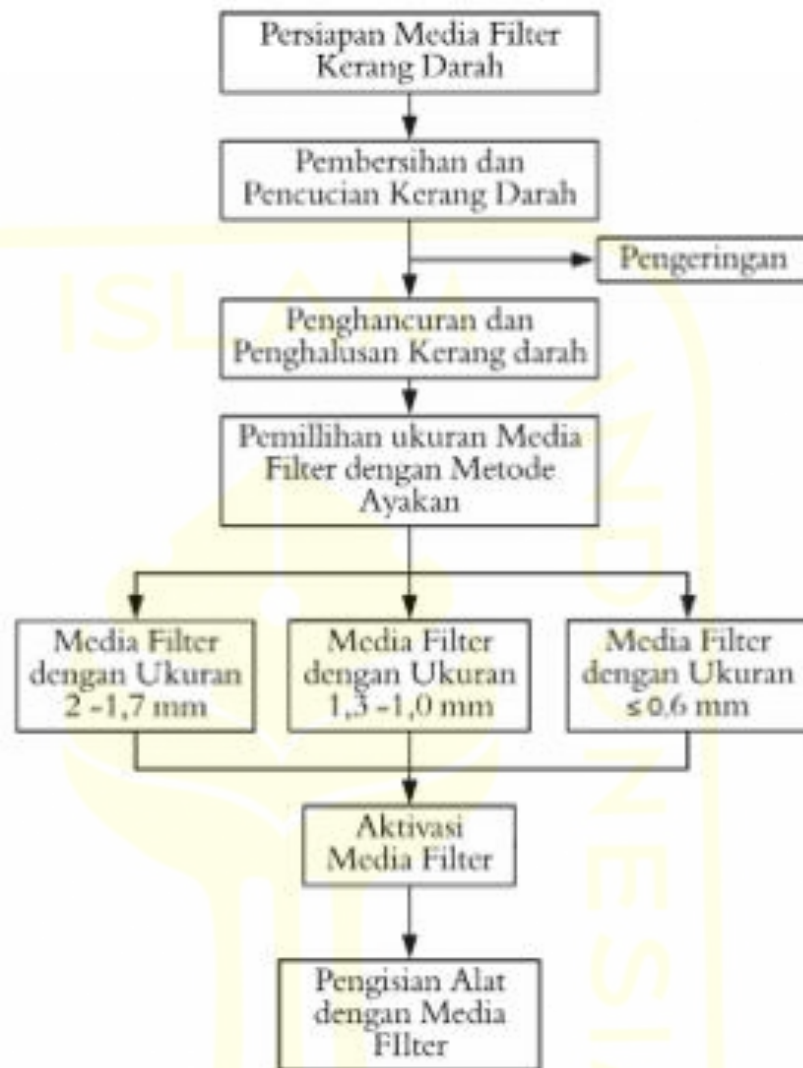
3.4.6 Pembuatan Media Filter

Persiapan media filter berdasarkan pada penelitian (Wahyudianto, 2016) yang membuat adsorben dari cangkang kerang darah untuk proses adsorpsi. Pada penelitian ini adsorben digunakan sebagai media filter yang dikembangkan dengan mengubah ukuran partikel dan ketebalan media filter. Media filter yang digunakan adalah berasal dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dengan ukuran partikel 2-1,7 mm ; 1,3-1.0 mm; dan $\leq 0,6$ mm dengan masing-masing ukuran dilakukan perlakuan saat pengujian yaitu dengan ketebalan 4 cm, 6 cm, 8 cm. Adapun tahapan pembuatan media filter dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut :

1). Alat dan bahan:

- a. Grind mill
- b. Ayakan
- c. Ember
- d. Cangkang kerang darah

2). Cara kerja



Gambar 3. 6 Cara Kerja Pembuatan Media Filter

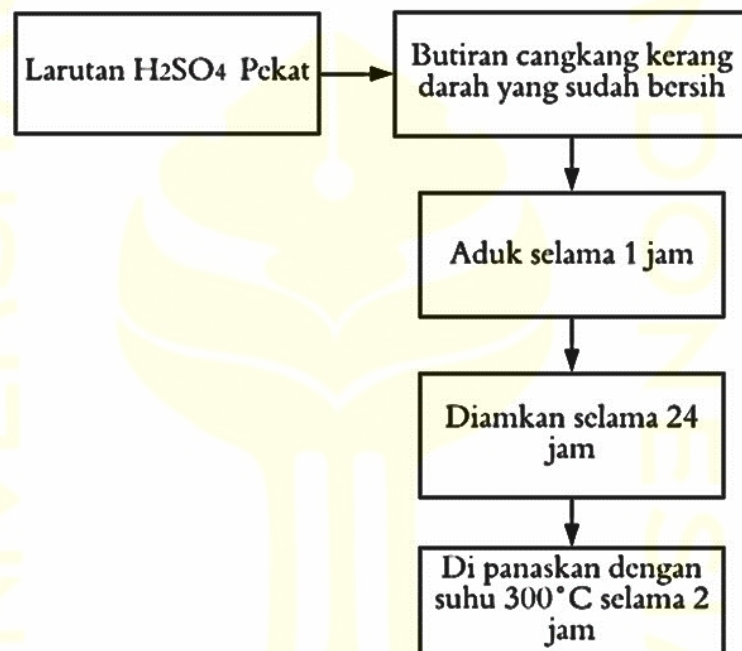
3.4.7 Proses Aktivasi Media Filter

Proses aktivasi media filter cangkang kerang dilakukan secara kimia dengan H_2SO_4 0,5 M dan secara fisika dengan pemanasan oven dan furnace sebagaimana penelitian (Wahyudiaanto, 2016). Akan tetapi pada penelitian ini pemanasan furnace dilakukan pada suhu 300°C untuk menghindari cangkang kerang berubah menjadi abu. Adapun cara kerja aktivasi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.7. adalah sebagai berikut.

1). Alat dan bahan :

- a. Loyang
- b. Cawan porcelain
- c. Oven
- d. Furnace
- e. Aquades
- f. H_2SO_4 0,5 M

2). Cara Kerja :



Gambar 3. 7 Cara Kerja Aktivasi Media Filter

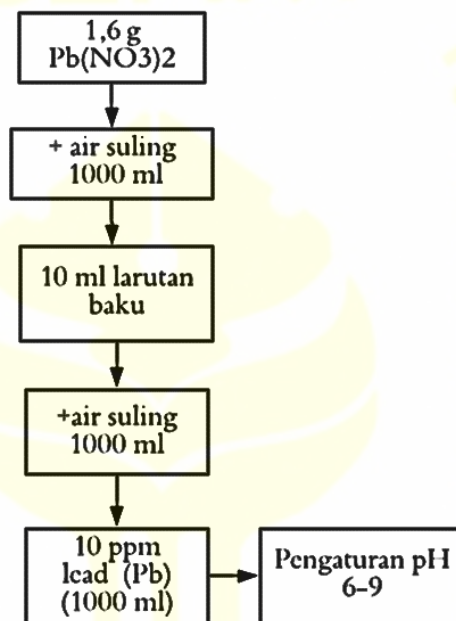
3.4.8 Pembuatan Sampel Limbah Sintetis

Sampel yang digunakan adalah sampel limbah sintetis dengan kandungan logam berat timbal (Pb) yang dibuat dengan konsentrasi 10 ppm. Volume sampel adalah 1000 ml dengan pengaturan pH 6-9 terlebih dahulu. Adapun tahap pembuatan sampel larutan timbal (Pb) dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.

1). Alat dan bahan

- a. Aquades/air suling
- b. NaOH
- c. PH meter
- d. Labu ukur 2000 ml, 1000 ml, 100 ml
- e. Pipet tetes, pipet ukur 5 ml, 10 ml
- f. Gelas beaker 1000 ml, 100 ml, 500 ml

2). Cara kerja



Gambar 3. 8 Cara Kerja Pembuatan Sampel Larutan Timbal (Pb)

Sumber : SNI 6989.8:2009

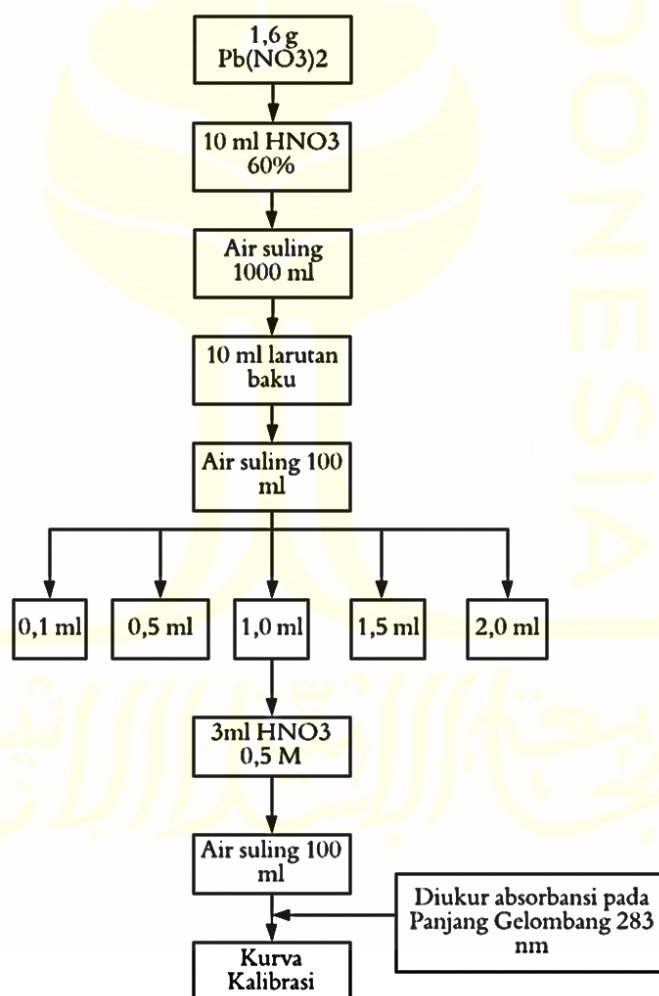
3.4.9 Penentuan kurva kalibrasi larutan standar

Adapun tahap penentuan kurva kalibrasi larutan standar dapat dilihat pada Gambar 3.9 adalah sebagai berikut

1). Alat dan bahan

- a. Serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
- b. Aquades/air suling
- c. HNO_3 60%, HNO_3 0,5 M
- d. Labu ukur 1000 ml, 100 ml
- e. Pipet tetes, pipet ukur 5 ml, 10 ml
- f. Gelas beaker 1000 ml, 100 ml, 500 ml
- g. Spektrofotometer Serapan Atom

2). Cara Kerja



Gambar 3.9 Cara Kerja Penentuan Kurva Kalibrasi

Sumber : SNI 6989.8:2009

3.4.10 Pengukuran Kadar Timbal (Pb) Dari Sampel

Sampel hasil filtrasi yang sudah dipreparasi dimasukkan dengan cara menginjektikan ke dalam Spektrofotometer Serapan Atom lalu diukur serapannya pada panjang gelombang 283,3 nm. Dan dicatat hasil pengukuran untuk kemudian dianalisis. Adapun tahap pengukuran kadar timbal dari sampel dapat dilihat pada Gambar 3.10 adalah sebagai berikut.

- 1). Alat dan bahan
 - a. Erlenmeyer 100 ml
 - b. Labu ukur 50 ml
 - c. Pipet tetes, pipet ukur 5 ml, 10 ml
 - d. Pemanas listrik
 - e. Corong gelas
 - f. Kertas saring
 - g. SSA
- 2). Cara kerja



Gambar 3. 10 Cara Kerja Pengukuran Kadar Timbal (Pb) dari sampel

Sumber : SNI 6989.8:2009

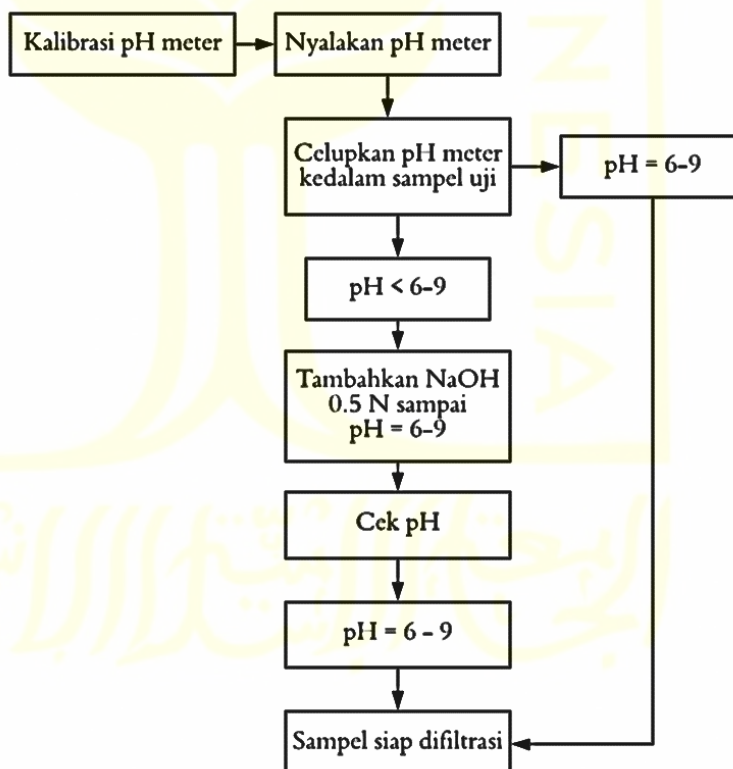
3.4.11 Pengukuran pH

Timbal di dalam air dapat dihilangkan dengan cara pengendapan sebagai timbal hidroksida pada pH 6–9. Timbal hidroksida ($\text{Pb}(\text{OH})_2$) cenderung membentuk endapan putih sehingga lebih mudah dilakukan penyaringan (filtrasi) (Suprihatin, 2010). Pengukuran pH dilakukan saat sampel uji sebelum dilakukan uji filtrasi dan setelah uji filtrasi. Adapun cara kerja pengujian pH dapat dilihat pada Gambar 3.11 adalah sebagai berikut.

1). Alat dan Bahan

- a. PH meter
- b. Erlenmeyer 100 ml
- c. NaOH

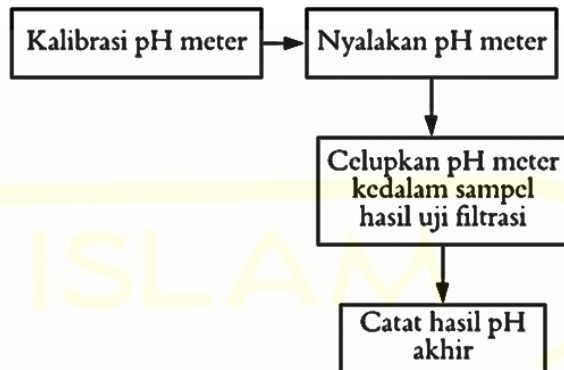
2). Cara Kerja



Gambar 3. 11 Cara Kerja Pengaturan pH Sampel

Sumber :SNI 06-6989. 11-2004

Adapun pengukuran pH akhir dapat dilihat pada gambar 3.12 adalah sebagai berikut.



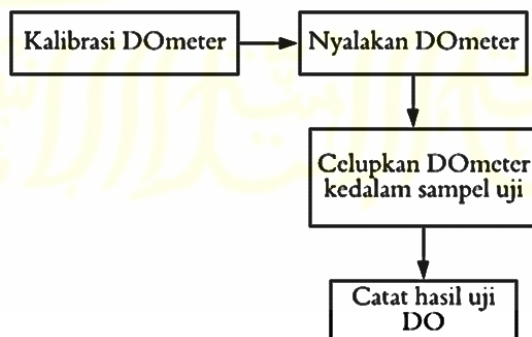
Gambar 3. 12 Cara Kerja Pengukuran pH Akhir

Sumber :SNI 06-6989. 11-2004

3.4.12 Pengukuran Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen)

Pengukuran oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) dilakukan pada sampel sebelum dan sesudah difiltrasi. Pengukuran dilakukan secara potensiometri dengan menggunakan alat DOmeter. Adapun cara kerja pengukuran oksigen terlarut dapat dilihat pada Gambar 3.13 adalah sebagai berikut.

- 1). Alat dan bahan
 - a. DO Meter
 - b. Erlenmeyer 100 ml
 - c. Sampel uji
- 2). Cara kerja



Gambar 3. 13 Cara Kerja Pengukuran Oksigen Terlarut

3.5 Analisis Data

Analisis data yang diperoleh dari hasil penelitian menggunakan uji keefektifan penyisihan Timbal (Pb). Adapun penjelasan analisis data adalah sebagai berikut.

3.5.2 Penyisihan Timbal (Pb)

Perhitungan efisiensi penyisihan Pb dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini (Suprihatin, 2010):

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{Co - Ca}{Co} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana: Co = konsentrasi awal logam (mg/L)
 Ca = konsentrasi akhir logam (mg/L)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persentase Penyisihan Pb

Pengukuran kadar timbal dilakukan pada sampel sebelum dan sesudah proses filtrasi dengan menggunakan variasi ketebalan 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Proses *running* filter dilakukan dengan pengulangan 3 kali pada setiap ketebalan. Sampel yang digunakan adalah sampel limbah sintetis yang terdapat kandungan kadar timbal didalamnya. Pada penelitian ini dilakukan pada suhu air sampel 26,8°C yang dipengaruhi oleh suhu ruangan pada saat penelitian berlangsung. Berdasarkan hasil pembacaan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) nyala pada pengukuran kadar timbal sampel sebelum dan sesudah proses filtrasi dapat dilihat pada Tabel 4.1 adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Pengukuran Kadar Timbal

Replikasi	Kadar Pb (mg/l)						Per Men LH RI No 05 Tahun 2014
	Ketebalan Media Filter 4 cm		Ketebalan Media Filter 6 cm		Ketebalan Media Filter 8 cm		
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
1	9,67	0,25	9,67	0,12	9,67	0,08	0,1 mg/L
2	9,67	0,22	9,67	0,10	9,67	0,07	
3	9,67	0,19	9,67	0,09	9,67	0,08	
Rata- Rata	9,67	0,22	9,67	0,11	9,67	0,08	

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan persentase penyisihan kadar timbal. Tujuan perhitungan persentase penyisihan timbal adalah untuk mengetahui kapasitas kemampuan media filter cangkang kerang darah dalam menurunkan kadar timbal. Adapun hasil perhitungan persentase penyisihan kadar timbal (Pb) dengan masing-masing ketebalan media filter dapat dilihat pada tabel 4.2 adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Persentase Penyisihan Kadar Timbal

Ketebalan Media (cm)	Rata-Rata Kadar Pb			Persentase Penyisihan (%)
	Sebelum Filtrasi (mg/L)	Sesudah Filtrasi (mg/L)	Penurunan (mg/L)	
4	9,67	0,22	9,45	97,73
6	9,67	0,11	9,56	98,91
8	9,67	0,08	9,59	99,21

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa ketebalan media filter berbanding lurus dengan kadar timbal setelah difiltrasi. Semakin tebal lapisan media filter, maka semakin besar persentase penyisihan kadar logam berat timbal (Pb). Hal ini sejalan dengan (Kusnaedi, 2010) yang menyatakan bahwa semakin tebal lapisan media filter maka kualitas hasil filtrasi akan lebih baik. Hal ini disebabkan karena luas permukaan penahan partikel-partikel semakin besar dan waktu kontak air dengan media filter semakin lama karena jarak yang dilewati air semakin panjang. Proses penyisihan timbal juga didukung oleh penelitian (Awang dkk, 2007) yang telah meneliti bahwa cangkang kerang mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 98,7% yang mana struktur CaCO_3 memiliki pori-pori sehingga mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi atau menyerap logam berat timbal. Adapun reaksi kimia yang terjadi antara limbah sintesis timbal ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) dengan kalsium karbonat (CaCO_3) adalah sebagai berikut.



Dari reaksi tersebut dihasilkan timbal karbonat $\text{Pb}(\text{CO}_3)_2$ yang akan membentuk endapan seperti kristal pada pH 7,5-8,5 sehingga penyisihan logam berat timbal akan mudah dilakukan dengan cara penyaringan (Said, 2010).

Proses filtrasi menggunakan media filter yang disusun secara bertingkat dengan ukuran partikel 2-1,7 mm ; 1,3-1,0 mm; dan $\leq 0,6$ mm. Media filter disusun dengan bertingkat dari ukuran partikel yang kasar hingga yang halus bertujuan agar tidak terjadi penyumbatan pada awal penyaringan. Menurut Rahayu (2005) yang menyatakan bahwa semakin halus suatu ukuran diameter partikel adsorben maka semakin luas permukaan adsorben dan daya serap adsorben semakin besar sehingga kadar logam berat Pb akan semakin kecil.

Menurut (Kusnaedi, 2010) semakin kecil diameter partikel maka tingkat kerapatan antar celah partikel semakin tinggi sehingga kecepatan penyaringan semakin lambat sehingga kualitas penyaringan semakin baik.

Reaktor filtrasi ini dilengkapi dengan aerator (debit udara 3 liter/menit), maka air sampel sebelum melewati media filter akan diaerasi terlebih dahulu secara *continue* sehingga waktu kontak aerator dengan air berjalan dengan singkat. Fungsi aerasi menurut (Masduqi dan Assomadi, 2012) adalah untuk meningkatkan oksigen dengan cara melarutkan oksigen ke dalam air melalui proses transfer gas berupa transfer oksigen dari fase gas ke fase cair.

Berdasarkan pengukuran kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) pada sampel sebelum dan sesudah difiltrasi dengan masing-masing ketebalan media filter tidak mengalami perubahan, yaitu dari 4,9 menjadi 5,0 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa proses aerasi tidak berpengaruh dalam penyisihan logam berat timbal. Faktor yang berpengaruh terhadap penghambatan proses aerasi adalah debit udara yang kecil dan waktu kontak antara oksigen dengan air yang berlangsung sangat singkat. Menurut (Batara, 2017) debit udara dan waktu kontak berpengaruh signifikan dalam penyisihan logam berat, semakin besar debit udara dan lama waktu kontak aerator maka penyisihan logam berat semakin tinggi. Oksigen terlarut (*Dissolved oxygen*) mempengaruhi keberadaan dan toksisitas logam berat. Semakin rendah oksigen terlarut, maka daya toksisitas logam berat semakin tinggi (Darmono, 2001).

Apabila hasil pengukuran pada sampel setelah filtrasi dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, batas maksimum kadar logam berat timbal pada air limbah industri pelapisan logam dan galvanis adalah 0,1 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa kadar logam berat timbal (Pb) dalam sampel pada ketebalan 4 cm tersebut masih diatas baku mutu air limbah, untuk sampel pada ketebalan 6 cm dan 8 cm sudah sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan pada air limbah industri pelapisan logam dan galvanis.

Dampak yang ditimbulkan apabila kadar timbal (Pb) dalam perairan melebihi batas maksimum yang dipersyaratkan adalah terjadinya perubahan terhadap kualitas perairan. Adanya logam berat didalam perairan sangat berbahaya terhadap kehidupan biota perairan yang mana akan berdampak pada kesehatan manusia karena logam berat mempunyai sifat yang sulit didegradasi sehingga akan terjadi akumulasi logam berat didalam biota perairan seperti kerang, ikan, dan lain-lain (Budiastuti dkk, 2016).

Manusia yang mengkonsumsi biota perairan yang tercemar logam berat timbal (Pb) akan mempengaruhi kesehatannya. Logam berat timbal (Pb) yang masuk ketubuh manusia dapat merusak berbagai organ-organ penting, seperti ginjal, jantung, sistem saraf, sistem reproduksi, dan sistem pembentukan darah. Timbal juga bisa menyebabkan tekanan darah tinggi serta anemia (Ardillah, 2016).

4.2 Pengukuran PH

Tahap awal sebelum pengukuran parameter pH adalah melakukan pengaturan pH menjadi 6-9 pada sampel sebelum difiltrasi karena pH awal pada sampel limbah sintetis sangat asam yaitu 3,2. Maka sampel tersebut diberi penambahan NaOH 0,5 N agar pH naik. Pengaturan pH dilakukan agar meminimalisir faktor pengganggu pada saat proses filtrasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Suprihatin, 2010) yang menyatakan bahwa limbah cair yang sangat asam atau basa dapat merusak properti dan mengganggu organisme karena bersifat korosif. Oleh karena itu, perlu pengaturan pH pada air limbah sebelum di buang ke lingkungan. Baku mutu untuk air limbah untuk parameter pH adalah berkisar 6-9 berdasarkan Permen LH No. 05 Tahun 2014.

Pengaturan pH dengan menambahkan NaOH untuk menyisihkan logam berat terlarut yang nantinya akan terbentuk endapan logam hidroksida sehingga dapat dipisahkan dari cairan secara fisik. Adapun reaksi kimia apabila $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ditambahkan dengan senyawa NaOH akan membentuk reaksi sebagai berikut.



Dari hasil reaksi tersebut penambahan NaOH akan terbentuk timbal hidroksida ($\text{Pb}(\text{OH})_2$) yang berupa endapan putih (Permata, 2010). Proses pemisahan endapan logam dari cairan dilakukan dengan proses filtrasi dengan cara penyaringan yang akan membuat endapan logam timbal tertahan pada pori-pori media filter cangkang kerang darah. Pengukuran pH dilakukan pada sampel sebelum dan sesudah melewati proses filtrasi dengan variasi ketebalan 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Pengukuran parameter pH dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali pada setiap ketebalan. Adapun hasil pengukuran parameter pH dapat dilihat pada Tabel 4.3 adalah sebagai berikut.

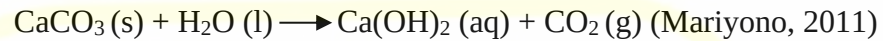
Tabel 4. 3 Pengukuran PH

Replikasi	pH						Per Men LH RI No 05 Tahun 2014
	Ketebalan Media Filter 4 cm		Ketebalan Media Filter 6 cm		Ketebalan Media Filter 8 cm		
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
1	7,54	7,62	7,54	7,72	7,54	7,87	6,0-9,0
2	7,54	7,76	7,54	7,87	7,54	7,85	
3	7,54	7,77	7,54	7,89	7,54	7,93	
Rata- Rata	7,54	7,72	7,54	7,83	7,54	7,88	

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa proses filtrasi dengan menggunakan media filter berupa cangkang kerang darah dapat menaikkan nilai pH yang semula 7,08 menjadi rata-rata 7,54-7,88. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Hanafi dkk, 2016) menyatakan bahwa, filter cangkang kerang darah dapat menaikkan pH air gambut yang semula 3,67 menjadi rata-rata 6-8. Jika hasil pengukuran pH dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah,

air limbah yang baik harus memiliki pH berkisar 6-9, maka hasil pengukuran rata-rata pH pada masing-masing ketebalan sesuai dengan standar yang dipersyaratkan.

Media filter berupa cangkang kerang darah mengandung 98,7% kalsium karbonat (CaCO_3) (Awang dkk, 2007). Kalsium karbonat apabila dilarutkan dalam air, akan menjadi terurai seperti pada reaksi berikut :



Dari hasil proses reaksi tersebut menunjukkan bahwa CaCO_3 apabila direaksikan dengan air maka akan melepaskan ion OH^- , maka jumlah OH^- yang ada dalam air akan bertambah banyak. Sehingga membuat sampel air setelah melalui proses filtrasi dengan media filter cangkang kerang darah akan menjadi naik pH nya menjadi basa karena meningkatnya OH^- dalam air sampel tersebut.

4.3 Pengukuran Kecepatan dan Debit Filtrasi

Pengukuran kecepatan dan debit filtrasi dilakukan pada masing-masing ketebalan media filter 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Adapun hasil pengukuran kecepatan dan debit filtrasi dapat dilihat pada Tabel 4.4 adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Kecepatan dan Debit Filtrasi

Ketebalan (cm)	Volume Air (L)	Waktu (detik)	Debit Air Rata-Rata (m ³ /Jam)	Luas Permukaan (cm ²)	Kecepatan Rata-Rata (m/Jam)
4	1	2545,2	0,0014	66	0,2136
6	1	2726,28	0,0013	66	0,1995
8	1	2941,2	0,0012	66	0,1849

Berdasarkan pada Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa semakin tebal lapisan media filter maka semakin lambat kecepatan filtrasinya karena semakin lama waktu kontak air dengan lapisan media filter. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan (Kusnaedi, 2010) yang menyatakan bahwa apabila kecepatan filtrasi dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan semakin turun. Kemudian semakin tebal media filter maka akan semakin lama waktu kontak air dengan media filter maka kualitas air hasil penyaringan akan semakin baik.

Hasil pengukuran kecepatan filter dengan masing-masing ketebalan pada penelitian ini, yaitu berkisar antara (0,18-0,2) m/jam. Apabila dibandingkan dengan kriteria design filter menurut (Masduqi dan Asssomadi, 2012) tipe jenis filter ini adalah termasuk jenis filter lambat karena mempunyai kecepatan filtrasi yang berkisar antara (0,1- 0,4) m/jam. Akan tetapi jenis filter pasir lambat menurut (Masduqi dan Asssomadi, 2012) bekerja dengan cara pembentukan lapisan biofilm di beberapa millimeter bagian atas lapisan pasir halus. Pada lapisan ini partikel dan organik terlarut terperangkap karena lapisan tersebut berisi mikroorganisme.

Dari hasil pengukuran debit filtrasi dalam 1 kali *running* filter diperoleh pada ketebalan berturut-turut 4 cm, 6 cm, dan 8 cm adalah 0,0012 m³/jam; 0,0013 m³/jam dan 0,0014 m³/jam. Apabila debit dikonversikan menjadi liter per jam maka debit filtrasi pada ketebalan berturut-turut 4 cm, 6 cm dan 8 cm adalah 1,2 liter/jam; 1,3 liter/jam; dan 1,4 liter/jam. Apabila dibandingkan dengan kuantitas debit air limbah paling tinggi pada industri pelapisan logam yang berkisar 20 liter/m² produk menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah industri pelapisan logam. Sehingga debit filtrasi pada reaktor ini belum memenuhi kapasitas debit maksimum air limbah pada industri pelapisan logam apabila hanya dilakukan 1 kali *running* filter. Maka perlu dilakukan beberapa kali *running* filter atau memperbesar dimensi reaktor sesuai standar persyaratan. Sebab pada penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium sehingga menggunakan dimensi reaktor yang minimalis.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian *eco* filter air dengan memanfaatkan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai media filtrasi untuk menurunkan kadar timbal (Pb), dapat diambil simpulan adalah sebagai berikut:

1. Kadar Pb sebelum difiltrasi adalah 9,67 mg/l kemudian setelah difiltrasi dengan ketebalan media filter berturut-turut 4 cm, 6 cm 8 cm menjadi 0,22 mg/l, 0,11 mg/l dan 0,08 mg/l.
2. Persentase penyisihan kadar timbal (Pb) pada ketebalan 4 cm sebesar 97,73%, pada ketebalan 6 cm sebesar 98,91 % dan pada ketebalan 8 cm sebesar 99,21%.

5.2 Saran

1. Pada penelitian selanjutnya dapat diuji dengan menggunakan sampel limbah asli, seperti limbah industri yang mengandung logam berat Pb.
2. Perlu dilakukanya penelitian lebih lanjut dengan variasi waktu kontak untuk mengetahui terjadinya *clogging* pada media filter sehingga mengalami penurunan penyerapan kadar logam berat dan harus dilakukan pencucian media filter.
3. Pada penelitian selanjutnya memperbesar kapasitas reaktor dengan mengubah dimensi reaktor dan menggunakan variasi ketebalan lainnya sesuai dengan standar nasional Indonesia yang berlaku.
4. Perlu meningkatkan ketelitian didalam pengujian laboratorium sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data laboratorium.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR PUSTAKA

- Abadiana, C., & Nurhayati, I. (2013). *Penurunan Kadar Timbal (Pb) Pada Kerang Darah Dengan Menggunakan Asam*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adibuana.
- Afranita, G., Anita, S., & Hanifah, T.A. (2012). *Potensi Abu Cangkrang Kerang Darah (Anadara granosa) sebagai Adsorben Ion Timah Putih*. Pekanbaru: Kampus Binawidya.
- Amaral, J.H., Rezende, V.B., Quintana, S.M., Gerlach, R.F., Barbosa, F., & Tanus, J.E. 2010. *The Relationship Between Blood And Serum Lead Levels In Peripartum Women And Their Respective Umbilical Cords*. J. Basic Clin. Pharmacol. Toxicol. 107(60):971-975.
- Ardillah, Y. (2016). *Faktor Risiko Kandungan Timbal di Dalam Darah*. Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat 7(3). 150-155.
- Awang, A.J., Hazmi, Zuki, A.B., Noordin, A., Jalila, & Norimah, Y. (2007). *Mineral Composition of the Cockle (Anadara granosa) Shells of West Coast of Peninsular Malaysia and It's Potential as Biomaterial for Use in Bone Repair*. Journal of Animal and Veterinary Advances 6(5). 591-594.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Air dan air limbah – Bagian 11 : Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter*. SNI 06-6989.11-2004. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). *Air dan Air Limbah-Bagian 8: Cara Uji Timbal (Pb) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala*. SNI 6989.8:2009. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.

- Batara, K., Zaman, B., & Oktiawan, W. (2017) *Pengaruh Debit Udara dan Waktu Aerasi Terhadap Efisiensi Penurunan Besi dan Mangan Menggunakan Diffuser Aerator pada Air Tanah*. Jurnal Teknik Lingkungan. 3(1).
- Budiastuti, M., Rahardjo, & Dewanti. (2016). *Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang*. Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal) 4 (5). 119-118.
- Cheremisinoff, N.P., (2002). *Hanbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heineman: Oxford, UK.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI Press.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan RI No 492/menkes/per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Depkes RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1990). *Peraturan Menteri Kesehatan RI No 416/Menkes/Per/IX/1990 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta: Depkes RI.
- Desriyan, R., Wardani, E., dan Pharmawati, K. (2015). *Indikasi Pencemaran Logam Timbal (Pb) pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayehuhkolot sampai Nanjung*. Bandung: Teknik Lingkungan Itenas.
- Duffus. (2002). *Heavy Metals- A Meaningless Term?*. Scotland: IUPAC Technical Report.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air*. Yogyakarta: Kanisius.

- Fusi, L., Primicerio, M., & Monti, A. (2013). *A Model for Calcium Carbonate Neutralization in the Presence of Armoring*. *Applied Mathematical Modelling*. 1-27.
- Hanafi, Zahara, T. A., & Yusuf, W. (2016). *Optimasi Filter Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) Untuk Meningkatkan pH Air Gambut*. Pontianak: Universitas Tanjung Pura.
- Irfandi, A., Ashar, T., Chahaya, I. (2013). *Analisis Kandungan Kadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Penduduk Di Sekitar Industri Daur Ulang Aki Dan Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Desa Bandar Khalipah Kabupaten Deli Serdang*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Joko, T. (2010). *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta: Sekretariat Lingkungan Hidup.
- Kusnaedi. (2010). *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Swadaya.
- Librawati, T.P. (2005). *Analisis Cemarkan Pb pada Bawang Daun (Allium fistulosum L) di daerah Dieng Wonosobo*. Skripsi. Purwokerto: Fakultas Biologi Unsoed.
- Mariyono, H. (2011). *Pabrik Calcium Hidroksida dari Calcium Carbonat dengan Proses Dorrco Fluosolids Calciner*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri IPN Veteran.
- Masduqi, A., & Assomadi, A. (2012). *Operasi dan Proses Pengolahan Air*. Surabaya: ITS Press.

- Nasution, H.A., & Sihombing, A.T. (2017). *Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air Sungai Silau di Kota Kisaran*. Sumatera Utara: Fakultas Teknik UNA Universitas Asahan.
- Nurhidayati. (2009). *Pemanfaatan Karbon Aktif Pasar Kayu Sengon sebagai Absorbent Logam Berat Cu pada Limbah Simulasi Cu*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Os, A.S. (2014). *Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Zn pada Daging dan Cangkang Kerang Hijau (Perna viridis) di Perairan Tanjung Balai Asahan*. Jurnal Online Mahasiswa FPIK Universitas Riau 1(2). 1-11.
- Palar, H. (2012). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pemerintah R.I. (2011). *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia 2010*. Jakarta.
- Permata, Y. M., Pardede, T. R., Masfria, M. S., & Muchlisyam. (2019). *Penuntun Praktikum Kimia Analitik 1*. Medan: Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara
- Prodjosantoso, A.K, & Tutik, R.P. (2011). *Kimia Lingkungan (Teori, Eksperimen, dan Aplikasi)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Qian, Y. (2009). *Heavy metal-regulated gene expression*. In K. Ramos (ed). *Comprehensive Toxicology*. vol 2. Cellular and Molecular Toxicology. Elsevier.
- Rahayu. (2005). *Karakteristik Air Sumur Dangkal Di Wilayah Kartasura dan Upaya Penjernihannya*. Jurnal Penelitian Sains & Teknologi 5(2). 104-12.
- Said, N. I. (2010). *Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni Dan Zn) di dalam Air Limbah Industri*. JAI. 2010: 6 (2).136-148. .

- Suprihatin, & Indrasti, N. S. (2010). *Penyisihan Logam Berat dari Limbah Cair Laboratorium Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Institut Pertanian Bogor.dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi*. Bogor : Departemen
- Tantra, A. (2015). *Pengaruh Komposisi dan Ukuran Makro Serbuk Kulit Kerang Darah (Anadora Granosa) Terhadap Komposit Epoksi-PS/Serbuk Kulit Kerang Darah (SKKD)*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Wahyudianto, F. (2016). *Study Utilization Of Blood Cockle Shell (Anadara Granosa) Waste As Adsorbent Pb²⁺, Cu²⁺, And Zn²⁺*. Tesis. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Wangsaatmaja, S. (2004). *Dampak Konservasi Lahan Terhadap Rezim Aliran Air permukaan serta Kesehatan Lingkungan suatu Analisis Kasus DAS Citarum Hulu*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Winni, R.E. (2012). *Skripsi Analisis Kandungan Pb Pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Penimbunan Limbah Padat Industri Timah dari Daur Ulang Aki Bekas Desa Sei Rotan Kecamatan Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Wulandari, S.Y., Yulianto, B., Santosa, G.W., & Suwartimah, K. (2009). *Kandungan Logam Berat Hg dan Cd dalam Air, Sedimen, dan Kerang Darah (Anadara granosa) dengan Menggunakan Analisis Pengaktifan Neutron (APN)*. Jurnal Ilmu Kelautan 14(3). 170-175.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



LAMPIRAN

Lampiran. 1 Data Hasil Pengukuran Kadar Pb

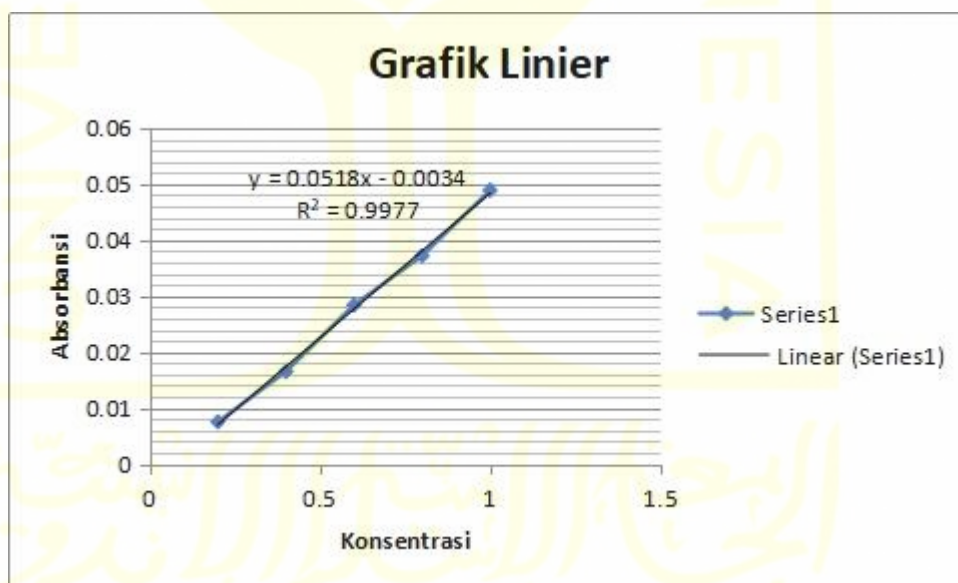
1. Pengukuran Pb

a. Data Kalibrasi Standar

No	Kode Sample	C standard	A	C^2	CA	A^2
1	Standard 1	0.2	0.0075	0.04	0.0015	5.63E-05
2	Standard 2	0.4	0.0165	0.16	0.0066	0.000272
3	Standard 3	0.6	0.0284	0.36	0.01704	0.000807
4	Standard 4	0.8	0.0372	0.64	0.02976	0.001384
5	Standard 5	1	0.0489	1	0.0489	0.002391

b	0.0518
a	-0.0033

b. Grafik Linier



c. Data Hasil Pembacaan Konsentrasi Pb

Replikasi	Ketebalan Media Filter 4 cm		Ketebalan Media Filter 6 cm		Ketebalan Media Filter 8 cm	
	Absorbansi	Konsentrasi	Absorbansi	Konsentrasi	Absorbansi	Konsentrasi
1	0.0098	0.2529	0.0030	0.1216	0.0008	0.0792
2	0.0078	0.2143	0.0019	0.1004	0.0002	0.0676
3	0.0065	0.1892	0.0012	0.0869	0.0007	0.0772

Lampiran. 2 Perhitungan

1. Perhitungan Persentase Efektivitas Penyisihan Pb

$$\text{Rumus \% Penyisihan} = \frac{Co - Ca}{Co} \times 100\%$$

Dimana : Co = konsentrasi awal logam (mg/L)

Ca = konsentrasi akhir logam (mg/L)

a. Ketebalan 4 cm

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{Co - Ca}{Co} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{9,67 \left(\frac{mg}{l}\right) - 0,22 \left(\frac{mg}{l}\right)}{9,67 \left(\frac{mg}{l}\right)} \times 100\% \\ &= 97,73 \% \end{aligned}$$

b. Ketebalan 6 cm

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{Co - Ca}{Co} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{9,67 \left(\frac{mg}{l}\right) - 0,11 \left(\frac{mg}{l}\right)}{9,67 \left(\frac{mg}{l}\right)} \times 100\% \\ &= 98,91 \% \end{aligned}$$

a. Ketebalan 6 cm

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{Co - Ca}{Co} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{9,67 \left(\frac{mg}{l}\right) - 0,08 \left(\frac{mg}{l}\right)}{9,67 \left(\frac{mg}{l}\right)} \times 100\% \\ &= 99,21 \% \end{aligned}$$

2. Kecepatan & Debit Filtrasi

Ketebalan (cm)	Volume Air (L)	Waktu (detik)	Debit Air Rata-Rata (m3/Jam)	Luas Permukaan (cm2)	Kecepatan Rata-Rata (m/Jam)
4	1	2545.92	0.0014	66	0.2136
6	1	2726.28	0.0013	66	0.1995
8	1	2941.2	0.0012	66	0.1849

Debit Filtrasi

Rumus : Keterangan :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q = debit (m³/jam)
V = volume (m³)
T = waktu (jam)

a. Ketebalan 4 cm

$$Q = \frac{\left(\frac{1}{1000}\right)m^3}{\left(\frac{2545.92}{3600}\right)jam} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Ketebalan 6 cm

$$Q = \frac{\left(\frac{1}{1000}\right)m^3}{\left(\frac{2726.28}{3600}\right)jam} = 0,0013 \text{ m}^3/\text{jam}$$

c. Ketebalan 8 cm

$$Q = \frac{\left(\frac{1}{1000}\right)m^3}{\left(\frac{2941.2}{3600}\right)jam} = 0,0012 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kecepatan Filtrasi

Rumus : Keterangan :

$$Q = V \times A$$

Q = debit (m³/jam)
A = Luas Penampang (m²)
V = Kecepatan aliran (m/jam)

a. Ketebalan 4 cm

$$V = 0,0073 \text{ m}^3/\text{jam} \times \left(\frac{6,6 \times 10}{10000}\right) \text{ m}^2 = 0,2136 \text{ m}/\text{jam}$$

b. Ketebalan 6 cm

$$V = 0,0058 \text{ m}^3/\text{jam} \times \left(\frac{6,6 \times 10}{10000}\right) \text{ m}^2 = 0,1995 \text{ m}/\text{jam}$$

c. Ketebalan 8 cm

$$V = 0,0047 \text{ m}^3/\text{jam} \times \left(\frac{6,6 \times 10}{10000}\right) \text{ m}^2 = 0,1849 \text{ m}/\text{jam}$$

Lampiran. 3 Pembuatan Media Filter Cangkang Kerang Darah

1. Cuci dan sikat bersih cangkang kerang sampai berwarna putih.
2. Keringkan cangkang kerang di bawah sinar matahari.
3. Tumbuk kasar cangkang kerang yang sudah kering lalu masukan *grind mill* untuk menghancurkan cangkang sampai berbentuk granular.
4. Susun ayakan secara bertingkat dari ukuran besar ke ukuran kecil berturut-turut yaitu 2 mm; 1,7 mm; 1,3 mm ; 1 mm ; 0,6 mm ; 0,425 mm ; dan 0,3 mm.
5. Masukkan granular cangkang kerang kedalam ayakan lalu di shaker ± 10 menit. Lalu pisahkan granular cangkang kerang menjadi 3 bagian yaitu ukuran 2-1,7 mm (filter kasar) ; 1,3-1.0 mm (filter sedang); dan $\leq 0,6$ mm (filter halus).
6. Granular cangkang kerang dibilas dengan aquades sampai bersih. Lalu bilas dengan CH_3COOH 0,5 N sebagai penghilang bau pada cangkang kerang.
7. Oven granular cangkang kerang dengan suhu 105°C selama 24 jam.
8. Dinginkan granular cangkang sampai dengan suhu ruang.
9. Rendam granular cangkang kerang dengan larutan H_2SO_4 0,5 M lalu aduk selama 1 jam dan didiamkan selama 24 jam.
10. Bilas granular cangkang kerang sampai pH air bilasan netral ($\text{pH} = 7$).
11. *Furnace* granular cangkang kerang pada suhu 300°C selama 2 jam.
12. Granular cangkang kerang didinginkan sampai dengan suhu ruangan dan siap digunakan sebagai media filter.

Lampiran. 4 Dokumentasi Hasil Penelitian

1. Pembuatan Media Filter Cangkang Kerang Darah



Pengumpulan Limbah Cangkang Kerang



Pencucian Cangkang Kerang



Penumbukan Cangkang Kerang



Penghancuran Cangkang kerang dengan
Grind Mill



Hasil Granular Cangkang Kerang



Pengayakan cangkang kerang dengan
shieve shaker



Hasil Pengayakan Cangkang Kerang



Proses Aktivasi Kimia Media Filter



Proses Aktivasi Fisika Media Filter

2. Proses *Running* Filter dan Pengujian Kadar Timbal (Pb)



Reaktor eco filter



Proses *running* reaktor eco filter



Proses pengukuran pH



Proses Pengukuran Oksigen Terlarut



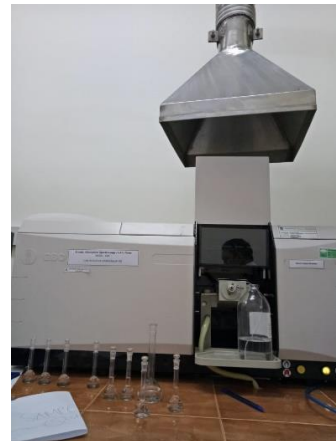
Proses Destruksi Sampel



Proses Penyaringan Setelah Destruksi



Sampel Siap Uji AAS



Proses Pengujian AAS

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Aisyah Qisthy Millatisilmi, lahir pada tanggal 14 Januari 1998 di Klaten Privinsi Jawa Tengah. Penulis merupakan anak ke-3 dari 3 bersaudara. Dilahirkan dari pasangan Alm Bapak Ir Pri Harsanto, M.si dan Ibu Ir Tri Andini. Penulis pertama kali masuk pendidikan formal di SD Muhammadiyah Klaten pada tahun 2004 dan tamat pada tahun 2010, lalu melanjutkan pendidikan di MTS Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta hingga tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan di MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta hingga tahun 2016. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi swasta di Universitas Islam Indonesia (UII) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan pada Program Studi Teknik Lingkungan. Penulis aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia periode 2017/2018 sebagai staff departemen Kewirausahaan dan mendapatkan penghargaan menjadi Pengurus Terbaik pada triwulan periode 2017/2018.