

TA/TL/2020/1211

TUGAS AKHIR

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

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



**MEIDINA INDAH PURWATIE
16513016**

**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 BESI

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



**MEIDINA INDAH PURWATIE
16513016**

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 BESI

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa
Tanggal : 16 Juni 2020

Disusun Oleh:

MEIDINA INDAH PURWATIE
16513016

Tim Penguji :

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

()

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

()

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,



Meidina Indah Purwatie

NIM: 16513016

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 Besi.***

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D. selaku pembimbing serta Ibu Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng. dan Bapak Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. selaku penguji yang telah banyak memberi saran sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Di samping itu, terima kasih penulis sampaikan kepada *staff* laboran dari Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII, rekan penelitian penulis Aisyah Qisthy M dan M. Jauhari Hamidil J, teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2016, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selama penelitian dan pengumpulan data dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bunda, ayah, teteh, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.

Dalam penelitian dan penulisan laporan mungkin masih terdapat kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun demi kelengkapan dan kesempurnaan penelitian dan penulisan laporan. Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 20 April 2020

Meidina Indah Purwatie

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

MEIDINA INDAH PURWATIE. *Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Besi*. Dibimbing oleh Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

Kerang darah (*Anadara granosa*) banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dan salah satu hasil laut yang terdapat dipasaran dengan harga terjangkau. Hal ini membuat limbah cangkang kerang darah juga terus meningkat. Cangkang kerang darah mengandung 66,70% kalsium karbonat, dimana kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuat cangkang kerang darah dapat digunakan sebagai penjernih air dan juga mengurangi kadar besi, mangan, dan logam lainnya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui persentase efektivitas dan pengaruh variasi ketebalan media filter cangkang kerang darah terhadap penurunan kadar besi dalam air. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan *downflow* filter reaktor dimana arah alirannya dari atas ke bawah dengan sistem pengaliran secara gravitasi. Hasil yang diperoleh yaitu cangkang kerang darah dapat menurunkan kadar besi dari kadar awal 9.13 mg/L menjadi 0.20 mg/L (efektivitas penurunan 97.81 %) pada ketebalan media 4 cm, 0.12 mg/L (efektivitas penurunan 98.64 %) pada ketebalan 6 cm, dan 0.11 mg/L (efektivitas penurunan 98.76%) pada ketebalan 8 cm.

Kata kunci: Cangkang Kerang Darah, Filtrasi, Kadar Besi

ABSTRACT

MEIDINA INDAH PURWATIE. *Eco Water Filter By Using Blood Clam Shells (Anadara granosa) As Filter Media To Reduce Iron Levels*. Supervised by Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

Blood clam shells (*Anadara granosa*) are widely consumed by people of Indonesia and one of the sea products found in the market at an affordable price. This makes the blood clam shells waste also increase. Blood clam shells contains 66.70% of calcium carbonate, the high calcium carbonate content makes blood clam shells can be used as water purifier and also reduce levels of iron, manganese, and other metals. The purpose of this research was to know the effectiveness and the effect of various thickness of blood clam shells as filter media in order to decrease iron concentration in water. The method used in this study is an experiment conducted in a laboratory using a reactor downflow filter in which the direction of flow is from top to bottom with a gravity system. The results showed that blood clam shells can reduce iron concentration in water from 9.13 mg/L to 0.20 mg/L (effectiveness 97.81%) with filter media thickness 4 cm, 0.12 mg/L (effectiveness 98.64%) with filter media thickness 6 cm, and 0.11 mg/L (effectiveness 98.76%) with filter media thickness 8 cm.

Keywords: Blood Clam Shells, Filtration, Iron Levels

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	<u>xii</u>
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Asumsi Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II	5
2.1 Filtrasi	5
2.2 Kadar Besi dalam Air	6
2.3 Cangkang Kerang Darah	6
2.4 Cangkang Kerang untuk Menurunkan Kadar Besi	8
BAB III	11
3.1 Jenis dan Lokasi Penelitian	11
3.2 Variabel-Variabel Penelitian	11
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.4 Analisis Efektivitas Media Filter	22
BAB IV	23

4.1	Kadar Besi	23
4.2	Derajat Keasaman (pH)	25
4.3	Kecepatan dan Debit Filtrasi	27
BAB V		29
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Saran	29
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN		35
RIWAYAT HIDUP		43

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Detail Dimensi Reaktor <i>Eco Filter</i>	14
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kadar Larutan Standar Fe	23
Tabel 4. 2 Efektivitas Media Filter Cangkang Kerang Darah	23
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran DO dan Suhu Ketebalan Media Filter 4 cm	24
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran DO dan Suhu Ketebalan Media Filter 6 cm	24
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran DO dan Suhu Ketebalan Media Filter 8 cm	24
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran pH Larutan Standar Fe	26
Tabel 4.7 Debit dan Kecepatan Filtrasi Dengan Media Filter Cangkang Kerang Darah	27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerang Darah (<i>Andara granosa</i>)	6
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	12
Gambar 3. 2 Pengujian <i>Eco Filter</i>	13
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pembuatan Reaktor <i>Eco Filter</i>	13
Gambar 3. 4 Reaktor <i>Eco Filter</i>	14
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Media Filter	16
Gambar 3. 6 Diagram Alir Aktivasi Media Filter	17
Gambar 3. 7 Diagram Alir Pembuatan Larutan Standar Fe	18
Gambar 3. 8 Operasi Alat Filter	19
Gambar 3. 9 Pengukuran Kecepatan dan Laju Filtrasi	20
Gambar 3. 10 Pengukuran pH Air Baku dan Olahan	20
Gambar 3. 11 Pengukuran DO Air Baku dan Air Olahan	21
Gambar 3. 12 Diagram Alir Analisa Kadar Besi	22

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pembacaan Kadar Besi dengan SSA	35
Lampiran 2. Perhitungan	37
Lampiran 3. Pembuatan Media Filter Cangkang Kerang	39
Lampiran 4. Dokumentasi	40



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan oleh semua makhluk hidup untuk kebutuhan sehari-hari. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup lainnya (Sumiharti dan Susilo, 2009). Air adalah komponen utama dalam tubuh manusia. Tubuh manusia terdiri dari air yaitu sekitar 70%, karena itu, manusia perlu mengonsumsi air yang cukup setiap hari (Harbawi et al, 2010). Namun, tidak semua kualitas air dapat memenuhi kebutuhan manusia terutama air untuk diminum. Air minum adalah air yang memenuhi syarat kesehatan manusia. Syarat-syarat kualitas air tersebut yaitu secara fisika, kimia, dan biologi. Apabila pemakaian air minum yang tidak memenuhi persyaratan tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan, baik langsung maupun tidak langsung (Sunarsih dkk, 2018).

Dalam upaya pemenuhan kebutuhan air salah satu sumber yang banyak digunakan masyarakat yang belum terjangkau PDAM adalah air tanah. Kualitas air tanah sering mengandung zat besi (Fe) dan mangan (Mn) cukup besar. Adanya zat tersebut menyebabkan warna pada air tanah menjadi kuning kecoklatan setelah terjadi kontak dengan udara. Selain itu, juga menimbulkan bau yang kurang enak, serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian (Asmaningrum dan Pasaribu, 2016). Selain itu, dampak bagi manusia dapat menyebabkan keracunan, kerusakan usus, penuaan dini, kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, dan insomnia (Parulian, 2009).

Proses filtrasi merupakan salah satu pengolahan air secara fisik. Proses ini memisahkan *solid-liquid* dengan cara melewatkan *liquid* melalui media berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan butiran halus zat padat tersuspensi (Jenti dan Nurhayati, 2014). Karakteristik media filtrasi yang berpengaruh dalam proses filtrasi adalah bentuk media, diameter media,

porositas, volume rongga media, dan volume media (Rahmawati dan Nurhayati, 2016).

Salah satu media filter dapat berasal dari limbah cangkang kerang. Berdasarkan data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2011 produksi kerang (Kerang Darah, Kerang Hijau, Tiram, Simping, Kerang Mutiara, Remis) sebesar 54.801 ton (WWF Indonesia, 2015). Hal ini membuat limbah cangkang kerang juga terus meningkat. Sementara itu, limbah cangkang kerang memerlukan waktu yang lama untuk terurai. Selama ini limbah cangkang kerang hanya dijadikan sebagai hiasan atau kerajinan tangan, sehingga perlu adanya pengolahan limbah cangkang kerang lebih lanjut (Herdiawan, 2019). Cangkang kerang mengandung 66.70% CaCO_3 , 7.88% SiO_2 , 22.28% MgO , dan 1.25% Al_2O_3 (Siregar, 2009). Kandungan CaCO_3 yang tinggi membuat cangkang kerang dapat digunakan sebagai penjernih air dan juga mengurangi kadar besi, mangan, dan logam lainnya (Sari dkk, 2013).

Banyaknya penggunaan proses filtrasi dalam penjernihan air, maka penggunaan media filter semakin banyak. Media filter yang berasal dari limbah cangkang kerang telah terbukti dapat menyaring kadar besi, mangan, dan logam lainnya. Berdasarkan penelitian Pradana dkk (2019) bahwa air sumur yang telah melewati filtrasi kulit kerang memiliki rata-rata zat besi 0.48 mg/L (85.91%) dari kadar besi awal 3.47 mg/L. Selain itu, hasil penelitian Syahril dan Emilia (2012) dengan ketebalan media filter yang berasal dari cangkang kerang 100 cm dapat menurunkan kadar besi menjadi 0.08 mg/L dengan persentase penurunan 81% dari kadar besi awal yaitu 0.4 mg/L. Maka dari itu, penelitian ini ingin mengetahui persentase keefektifitas pemanfaatan cangkang kerang yang berasal dari jenis kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai media filter untuk menurunkan kadar besi (Fe) dengan ketebalan media filter lebih tipis dari penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Berapa kadar besi pada sampel setelah filtrasi dengan variasi ketebalan media filter dari cangkang kerang darah ?
2. Berapa persentase efektivitas media filter cangkang kerang darah terhadap penurunan kadar besi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kadar besi pada sampel setelah filtrasi dengan variasi ketebalan media filter dari cangkang kerang darah.
2. Untuk mengetahui persentase efektivitas media filter cangkang kerang darah terhadap penurunan kadar besi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini meliputi:

1. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi terkait potensi pemanfaatan lain dari limbah cangkang kerang darah (*Andara granosa*) sebagai media filter alternatif yang bersifat ramah lingkungan.

2. Bagi Pemerintah

Memberikan informasi dan pertimbangan dalam menentukan tindakan dalam pengolahan air yang mengandung kadar besi (Fe) dengan menggunakan limbah cangkang kerang darah (*Andara granosa*).

3. Bagi Peneliti

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam mengembangkan alternatif teknologi penjernihan air menggunakan limbah cangkang kerang darah (*Andara granosa*).

1.5 Asumsi Penelitian

Dari adanya penelitian ini, maka ada beberapa asumsi yang dijadikan sebagai anggapan dasar yaitu:

1. Semakin tebal media filter, maka akan semakin efektif dalam menurunkan kadar besi.
2. Aerasi akan membantu membuat endapan besi yang akan mengurangi beban filtrasi.
3. Derajat keasaman (pH) air akan naik seiring bertambahnya ketebalan media filter cangkang kerang darah.
4. Kecepatan dan laju filtrasi akan dipengaruhi oleh ketebalan media filter.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Agar mempermudah pelaksanaan penelitian, maka digunakan ruang lingkup 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 filtrasi berupa *single* media yang berasal dari limbah cangkang kerang darah.
3. Limbah cangkang kerang darah yang digunakan berasal dari restoran *seafood* yang ada disekitar Yogyakarta.
4. Jenis reaktor *eco* filter yaitu *downflow* yang terbuat dari akrilik dengan ukuran 12 x 12 x 51 cm dan juga dilengkapi tempat aerasi.
5. Aerasi yang digunakan jenis diffuser gelembung.
6. Air sampel yang digunakan berupa sampel buatan yang mengandung kadar besi (Fe) 9.13 mg/L.
7. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi:
 - a. Ukuran partikel cangkang kerang darah yang dijadikan media adalah 2-1.7 mm ; 1.3-1 mm ; ≤ 0.6 mm.
 - b. Ketebalan media filter cangkang kerang darah pada percobaan pertama masing-masing 4 cm, pada percobaan kedua masing-masing 6 cm, pada percobaan ketiga masing-masing 8 cm.
 - c. Parameter utama yang diuji adalah kadar besi (Fe) dan parameter pendukung adalah pH dan *dissolved oxygen* (DO).
8. Pengujian kadar besi pada penelitian ini mengacu kepada SNI 6989.4-2009 yaitu cara uji besi (Fe) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Disamping mereduksi kandungan zat padat, filtrasi dapat juga mereduksi bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan. Dalam filtrasi, partikel padatan dapat dipisahkan dengan media berpori yang dapat menahan partikel tersebut yang disebut media filter. (Masduqi dan Assomadi, 2012).

2.1.1 Media Filter

Bagian filter yang berperan penting dalam penyaringan adalah media filter. Media filter umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk, dan komposisi kimia. Pemilihan media filter menggunakan analisa ayakan (*sieve analysis*). Berdasarkan jenis dan jumlah media yang digunakan dalam filtrasi terbagi menjadi dua, yaitu:

1. *Single media*: menggunakan satu jenis media. Pada sistem ini penyaringan terjadi pada lapisan paling atas sehingga kurang efektif karena sering dilakukan pencucian.
2. *Dual media*: menggunakan dua jenis media. Keuntungan dari dual media, yaitu:
 - a. Kecepatan filtrasi lebih tinggi (10-15 m/jam)
 - b. Periode pencucuan lebih lama
 - c. Peningkatan dari filter single media
3. *Multi media*: menggunakan lebih dari dua media. Fungsi multi media adalah untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring.

(Masduqi dan Assomadi, 2012)

Susunan media berdasarkan ukurannya dibedakan menjadi:

- a. Seragam (*uniform*): ukuran butiran media filter relatif sama dalam satu bak.

- b. Gradasi (*Stratified*): ukuran butiran media tidak sama dan tersusun bertingkat.
- c. Tercampur (*Mixed*): ukuran butiran media tidak sama dan bercampur.

(Masduqi dan Assomadi, 2012)

2.2 Kadar Besi dalam Air

Besi adalah logam yang kedua paling banyak keberadaannya di kerak bumi. Unsur besi Fe^{2+} dan Fe^{3+} jarang ditemukan di alam karena mudah bergabung dengan senyawa yang mengandung oksigen dan sulfur untuk membentuk oksida, hidroksida, karbonat, dan sulfida. Besi yang paling banyak ditemukan dalam bentuk oksida (*World Health Organization*, 2003).

Logam Fe merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme, namun jika berlebihan akan bersifat toksik bagi organisme itu. Tingginya kandungan Fe dalam tubuh manusia dapat menyebabkan keracunan, kerusakan usus, penuaan dini, kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, dan insomnia (Parulian, 2009). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum menyatakan bahwa batas maksimum kadar besi adalah 0,3 mg/L.

Air tanah dalam dan dangkal banyak mengandung zat besi. Kandungan Fe dalam air ditandai dengan adanya perubahan fisis, yaitu ditunjukkan dengan perubahan warna air menjadi kuning-coklat setelah terjadi kontak dengan udara. Selain itu, juga menimbulkan bau yang kurang enak, serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian (Asmaningrum dan Pasaribu, 2016).

2.3 Cangkang Kerang Darah

2.3.1 Klasifikasi

Klasifikasi kerang darah (*Anadara granosa*) menurut Barnes (1989) dalam Latifah (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Sub Kingdom: Metazoa

Filum : Mollusca

Kelas : Bivalvia

Sub Kelas : Pteriomorphia

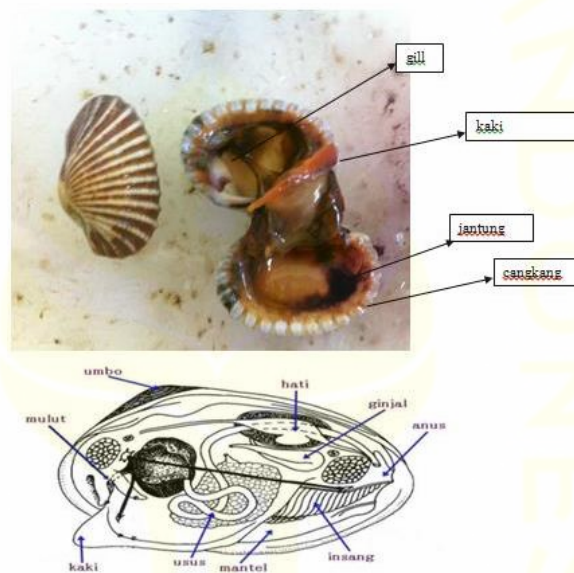
Ordo : Arcoida

Super Famili : Arcoidea/ Aracea

Famili : Archidea

Genus : Anadara

Species : *Anadara granosa*



Gambar 2.1 Kerang Darah (*Anadara granosa*)

2.3.2 Morfologi

Secara umum bagian tubuh kerang terbagi menjadi 5 bagian, yaitu kaki (*food, byssus*), kepala (*head*), bagian alwwat pencernaan dan reproduksi (*visceral mess*), selaput (*mantle*), dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ syaraf sensorik dan mulut. Bagian kaki terdapat otot yang mudah berkontraksi (Setyono, 2006). Ukuran kerang yang sedang cenderung memiliki kemampuan menyerap logam berat yang tinggi dibandingkan dengan kerang yang berukuran besar. Hal ini karena proses pertumbuhan kerang mengalami puncak pada ukuran sedang kemudian akan mengalami penurunan pada ukuran

besar. Kerang yang berukuran besar tingkat metabolismenya akan menurun sehingga kemampuan untuk mengakumulasi logam berat mengalami penurunan (Rudiyanti, 2009). Kandungan logam berat paling besar terdapat pada cangkang daripada dagingnya. Hal ini berkaitan dengan peran fisiologis dalam metabolisme. Daging juga bukan jaringan aktif dalam mengakumulasi logam berat (Azhar, 2012).

Cangkang kerang mengandung 66.70% CaCO_3 , 7.88% SiO_2 , 22.28% MgO , dan 1.25% Al_2O_3 (Siregar, 2009). Kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuat cangkang kerang dapat digunakan sebagai penjernih air. Kalsium karbonat yang terkandung dalam kerang dapat membersihkan air, bahkan dapat mereduksi kadar besi, mangan, dan logam lainnya. (Sari dkk, 2013).

2.4 Cangkang Kerang untuk Menurunkan Kadar Besi

2.4.1 Efektivitas *Cone Aerator* dan Filter Kulit Kerang Dalam Menurunkan Kadar Besi dan Kadar Kekeruhan Pada Air Sumur Gali

Berdasarkan penelitian Pradana dkk (2019) bahwa air sumur yang telah melewati *cone aerator* memiliki rata-rata nilai kekeruhan 12.125 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) (70.01%) dan rata-rata zat besi 2.12 mg/L (38.81%). Namun air sumur yang melewati filtrasi kulit kerang memiliki rata-rata nilai kekeruhan 5.11 NTU (90.29%) dan rata-rata zat besi 0.48 mg/L (85.91%). Dimana nilai rata-rata kekeruhan kontrolnya 52.75 NTU dan rata-rata kadar zat besi 3.47 mg/L. Dari hasil diatas, metode filtrasi kulit kerang lebih efektif dalam menurunkan kekeruhan dan kadar besi dibandingkan *cone aerator*. Sehingga masyarakat dapat menggunakan metode kulit kerang dalam pengolahan air bersih yang berasal dari air sumur (Pradana dkk, 2019).

2.4.2 Pemanfaatan Cangkang Kerang Untuk Menurunkan Kadar Fe Dalam Air Sumur Bor

Penelitian Syahrial dan Emilia (2012) menggunakan model filtrasi dengan cangkang kerang sebagai media filter untuk mengolah air sumur yang mengandung besi. Kandungan kadar besi sebelum melalui filter adalah 0.4 mg/L. Lapisan media filter mempunyai 3 variasi yaitu,

60 cm, 80 cm, dan 100 cm. Dari lapisan cangkang kerang 60 cm dapat menurunkan kadar besi menjadi 0.21 mg/L dengan persentase penurunan 47%. Lapisan cangkang kerang 80 cm dapat menurunkan kadar besi menjadi 0.12 mg/L dengan persentase penurunan 70.50%. Lapisan cangkang kerang 100 cm dapat menurunkan kadar besi menjadi 0.08 mg/L dengan persentase penurunan 81%. Cangkang kerang dapat menurunkan kadar besi karena mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi. Hal ini bisa terlihat dari tingkat kekerasan cangkang kerang. Jika semakin keras cangkang kerang maka semakin tinggi kandungan kalsium karbonat (CaCO_3). Apabila kalsium karbonat (CaCO_3) direaksikan dengan asam kuat dan ion logam yang terlarut dengan air dapat mengendapkan kandungan logam sehingga terjadi penurunan kadar Fe (Syahrial dan Emilia, 2012).

2.4.3 Efektivitas Penurunan Kadar Besi pada Air Sumur dengan Filtrasi Serbuk Cangkang Kerang

Untuk mengetahui penurunan kadar besi dalam air sumur pada penelitian ini menggunakan filtrasi serbuk cangkang kerang ukuran 10 mesh, 40 mesh, dan 100 mesh dari kadar besi sebelum perlakuan yaitu 2.01 mg/L. Hasil kadar besi setelah perlakuan dengan filtrasi serbuk cangkang kerang ukuran 10 mesh, 40 mesh, dan 100 mesh berturut-turut yaitu, 1.64 mg/L (efektivitas penurunan 18.49%), 1.11 mg/L (efektivitas penurunan 44.60%), dan 0.49 mg/L (efektivitas penurunan 75.37%). Cangkang kerang sebagai media filter mengandung CaCO_3 sebanyak 66.7%, dimana 1 mg/L CaCO_3 dapat mengikat 0.558 mg/L dalam air. Faktor yang memengaruhi daya adsorben dalam filtrasi adalah jenis adsorb, waktu kontak, dan ukuran butiran. Semakin kecil butiran, maka semakin besar permukaan sehingga dapat menyerap kontaminan lebih banyak. Diketahui dari penelitian ini, efektivitas penurunan tertinggi pada serbuk cangkang ukuran 100 mesh (0.15 mm) yaitu 75.37% (Auliyah dkk, 2019).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Lokasi Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian skala laboratorium yang dilaksanakan selama tiga bulan dimulai pada bulan Desember 2019 – Februari 2020. Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

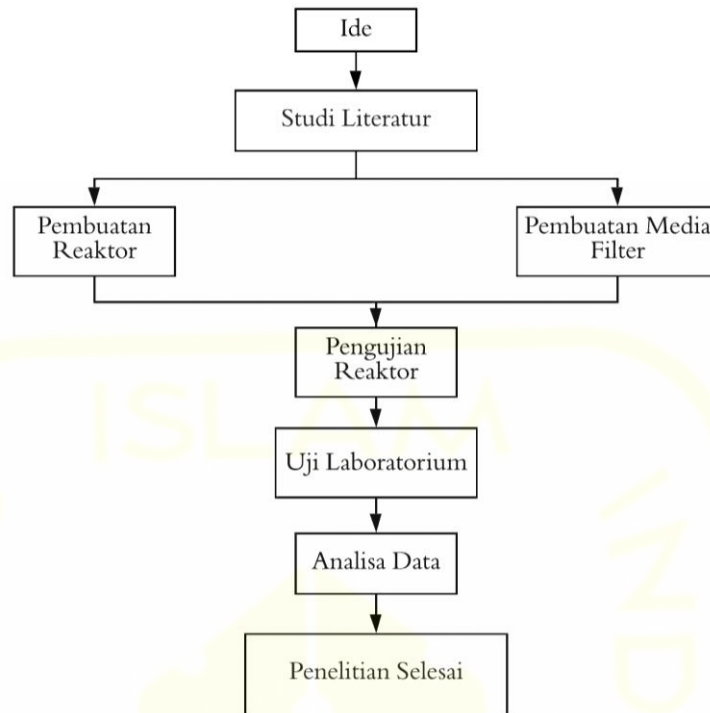
3.2 Variabel-Variabel Penelitian

Penelitian ini mempunyai 2 variabel yaitu:

1. Variabel kontrol, yaitu:
 - a. Media filter dari cangkang kerang darah dengan ukuran 2-1.7 mm ; 1.3-1 mm ; ≤ 0.6 mm.
 - b. Konsentrasi Fe sebesar 9.13 mg/L
2. Variabel bebas, yaitu:
 - a. Ketebalan media filter yaitu 4 cm; 6 cm ; 8 cm

3.3 Prosedur Penelitian

Proses penelitian dilakukan dalam 3 tahap yaitu: tahap pertama adalah pembuatan reaktor filter dari bahan akrilik dengan ukuran 12 x 12 x 51 cm. Tahap kedua adalah penghancuran cangkang kerang darah menjadi media filter. Tahap ketiga adalah pengujian kadar besi (Fe) dari hasil air olahan. Skema penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

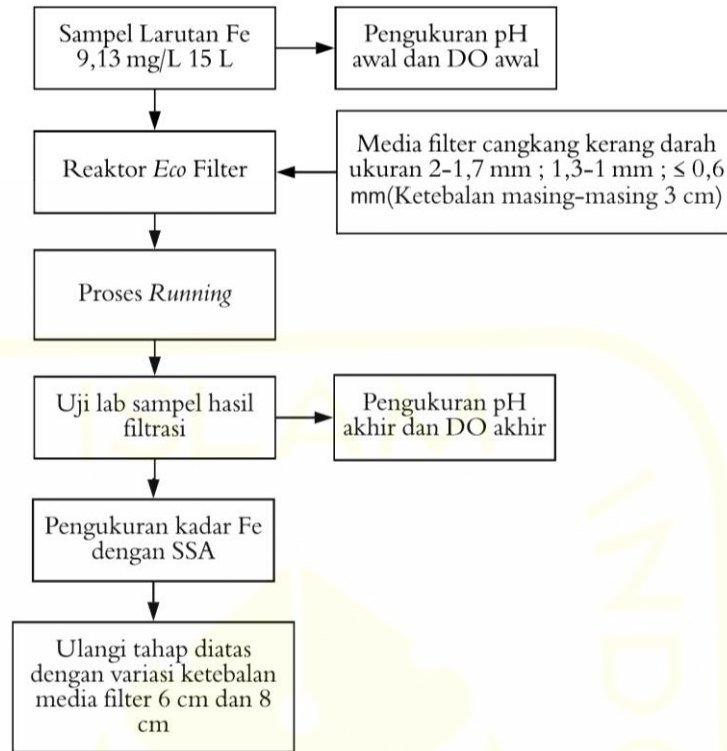


Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Pada tahap pengujian ini dilakukan persiapan reaktor filter, media filter, dan larutan standar yang akan menjadi sampel uji. Sampel uji merupakan larutan yang mengandung Fe dengan konsentrasi 9.13 mg/L sebanyak 15 L. Sebelum sampel dimasukkan ke alat filter, terlebih dahulu diukur pH dan *dissolved oxygen* (DO) awal. Proses penyaringan ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan ketebalan media yang berbeda-beda. Urutan penyaringan ke-1 sampai ke-3 secara berurutan memiliki ketebalan media sebesar 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Setelah penyaringan, dilakukan pengukuran pada pH dan *dissolved oxygen* (DO) setelah perlakuan. Lalu dilakukan pengukuran kadar Fe menggunakan SSA dan dihitung keefektifannya.

1. Tahap Penelitian

Penelitian *eco filter* dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.2**.



Gambar 3. 2 Pengujian *Eco Filter*

2. Pembuatan Reaktor Filter

Pembuatan reaktor filter dilakukan sebagai tempat melakukan filtrasi dengan media cangkang kerang darah. Reaktor ini berjenis *downflow* filter reaktor dimana arah alirannya dari atas ke bawah dengan sistem pengaliran secara gravitasi. Tahapan pembuatan reaktor dapat dilihat pada **Gambar 3.3**



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pembuatan Reaktor *Eco Filter*

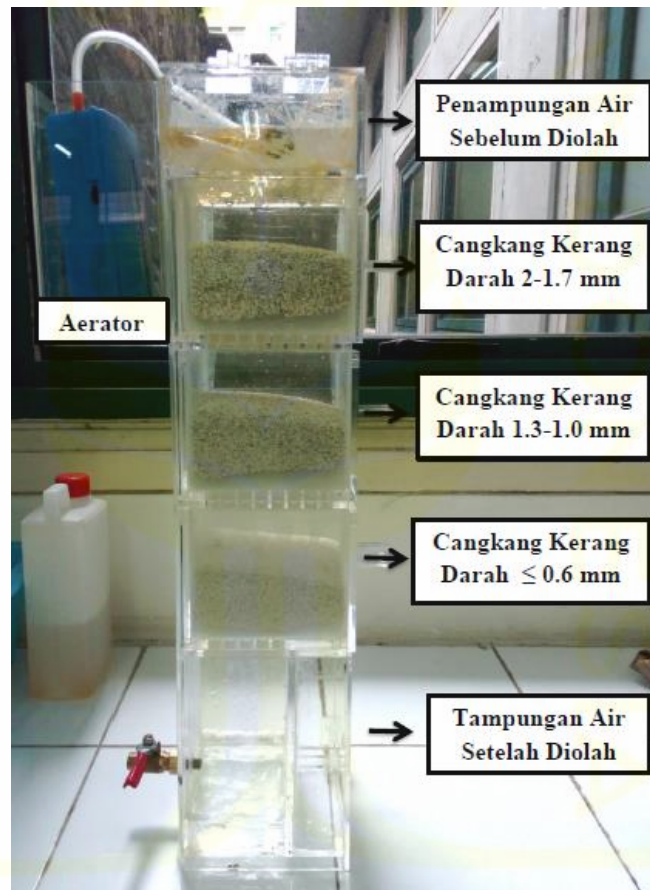
Reaktor *eco filter* terbuat dari bahan akrilik dengan dimensi 12 x 12 x 51 cm. Desain reaktor ini disesuaikan dengan prinsip *eco filter* yaitu menggunakan media filter berasal dari limbah cangkang kerang darah. Adapun desain reaktor *eco filter* dapat dilihat pada **Gambar 3.4**.

a. Alat

- 1) Akrilik
- 2) Aerator baterai
- 3) Kran

b. Bahan

- 1) Busa filter
- 2) Media filter cangkang kerang darah



Gambar 3. 4 Reaktor *Eco Filter*

Adapun detail dimensi reaktor *eco filter* dapat dilihat pada **Tabel 3.1** berikut:

Tabel 3. 1 Detail Dimensi Reaktor *Eco Filter*

Aspek Alat	Rincian Dimensi
Bak Penampung Awal	Panjang: 12 cm Lebar: 12 cm Tinggi: 5 cm
Filter 1 (2-1,7 mm)	Panjang: 12 cm Lebar: 12 cm Tinggi: 10 cm

Aspek Alat	Rincian Dimensi
Filter 2 (1,3-1,0 mm)	Panjang: 12 cm Lebar: 12 cm Tinggi: 10 cm
Filter 3 ($\leq 0,6$ mm)	Panjang: 12 cm Lebar: 12 cm Tinggi: 10 cm
Bak Penampung Akhir	Panjang: 12 cm Lebar: 7 cm Tinggi: 14 cm
Aerator	Panjang: 8 cm Lebar: 12 cm Tinggi: 14 cm

Bentuk reaktor ini seperti laci lemari dimana kolom ke-2, ke-3, dan ke-4 dapat dilepas. Kolom ini akan berisi media filter sehingga untuk pencucian media dapat dilakukan secara manual. Kolom ke-1 sampai ke-4 dialaskan busa filter guna memperlambat aliran sehingga adanya waktu aerasi dan menyanggah cangkang kerang agar tidak terikut oleh air. Aerator yang digunakan adalah aerator baterai sehingga mengurangi penggunaan listrik.

3. Media Filter Cangkang Kerang Darah

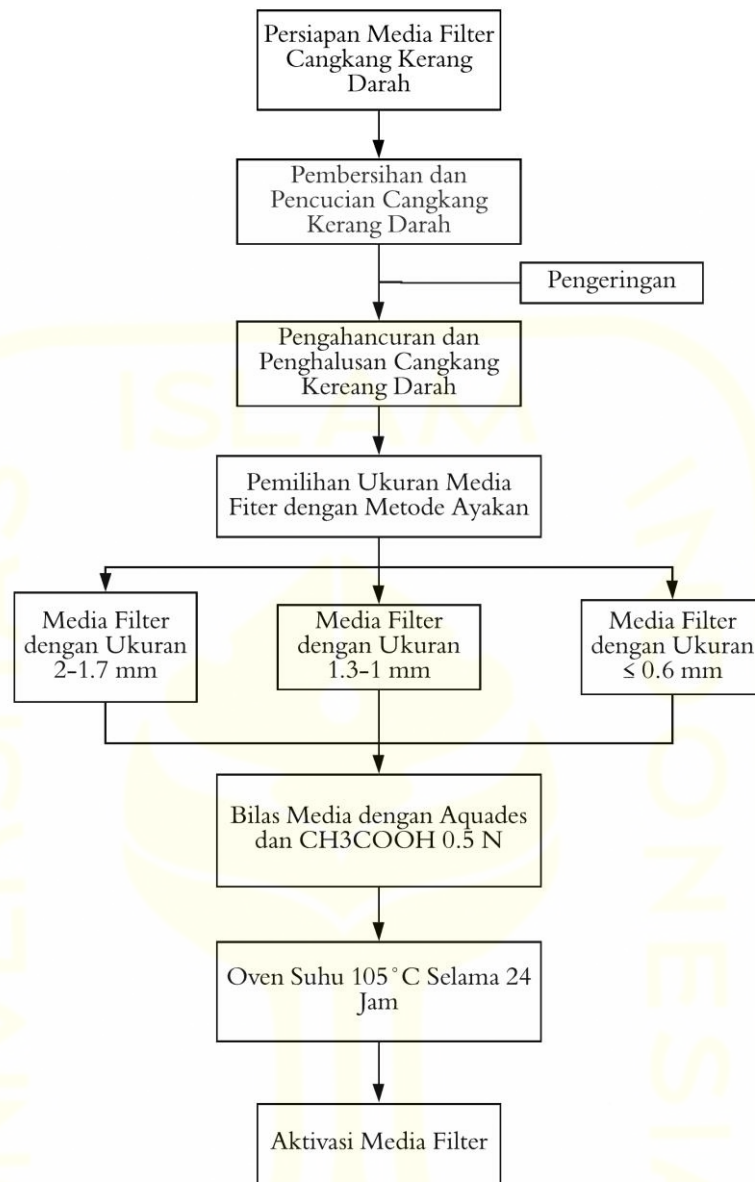
Media filter yang digunakan berasal dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Pembuatan media filter ini modifikasi dari penelitian Wahyudianto (2016) yaitu ukuran partikel 2-1,7 mm ; 1,3-1,0 mm; dan $\leq 0,6$ mm untuk ketebalan masing-masing ukuran yaitu 4 cm, 6 cm , 8 cm. media filter dari cangkang kerang darah dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.5**.

a. Alat

- | | |
|------------------------|-----------|
| 1) <i>Grind mill</i> | 4) Loyang |
| 2) <i>Sieve shaker</i> | 5) Ember |
| 3) Oven | 6) Sikat |

b. Bahan

- | | |
|--------------------|-----------------------------------|
| 1) Cangkang Kerang | 3) CH_3COOH 0.5 N |
| 2) Air | 4) Aquades |



(Sumber: Wahyudianto, 2016)

Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Media Filter

4. Aktivasi Media Filter

Aktivasi media filter cangkang kerang darah dilakukan secara kimia dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) 0.5 M. Selain itu juga dilakukan secara fisika dengan pemanasan dengan furnace. Aktivasi media filter dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.6**.

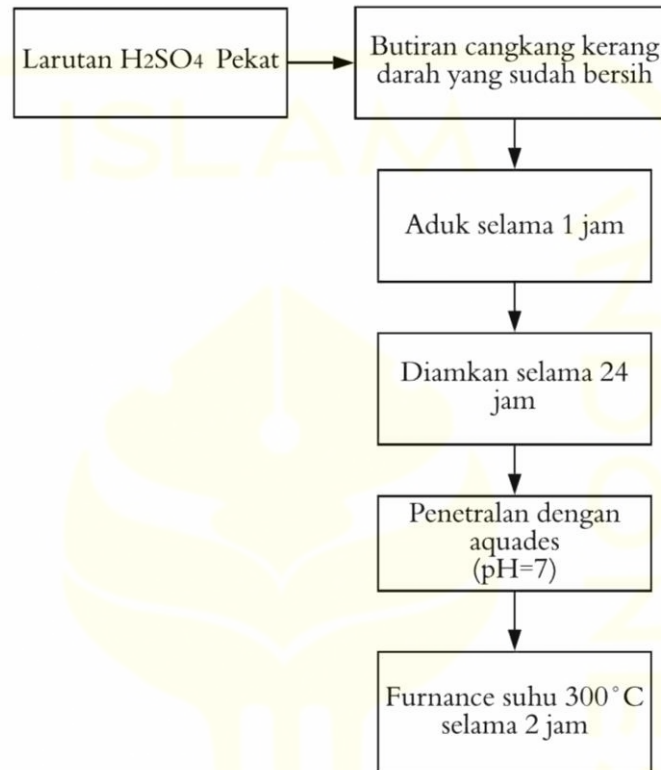
a. Alat

- 1) Furnance
- 2) Cawan porselin
- 3) Gelas beaker 1000 mL
- 4) Pengaduk

5) pH meter

b. Bahan

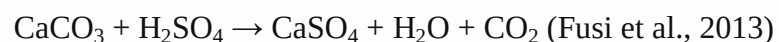
- 1) Media filter
- 2) Larutan asam sulfat (H_2SO_4) 0.5 M
- 3) Aquades



(Sumber: Wahyudianto, 2016)

Gambar 3. 6 Diagram Alir Aktivasi Media Filter

Cangkang kerang dilakukan aktivasi dengan perendaman larutan asam H_2SO_4 0.5 M dan dilakukan pemanasan dengan suhu 300°C . Proses aktivasi ini merupakan modifikasi dari penelitian Wahyudianto (2016) dimana dalam penelitiannya menggunakan suhu 500°C . Perendaman dengan larutan asam H_2SO_4 0.5 M untuk meningkatkan luas permukaan dan menghilangkan zat pengotor. Reaksi yang terjadi dari perendaman dengan asam ini adalah:



Dari reaksi diatas bahwa asam yang digunakan dapat melarutkan unsur penyusun kerang sehingga menjadi lebih teratur dan bersih. Pemanasan dengan suhu 300°C dilakukan selama 2 jam, karena dapat menghilangkan

zat organik yang terdapat pada cangkang kerang darah dan juga dapat meningkatkan luas permukaan media (Wahyudianto, 2016).

5. Pembuatan Larutan Standar Besi (Fe)

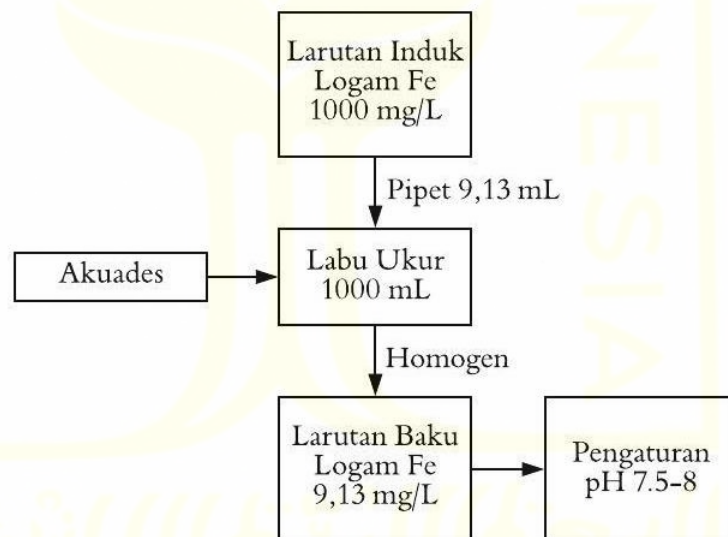
Sampel air yang digunakan adalah sampel buatan dari larutan induk Fe 1000 mg/L. Sampel ini akan dilakukan pengaturan pH menjadi 7.5-8 dengan NaOH 0.5 N. Pembuatan larutan standar Fe dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.7**.

a. Alat

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1) Labu ukur 1000 mL | 4) Corong kaca |
| 2) Pipet ukur 10 mL | 5) Gelas beaker 250 mL |
| 3) pH meter | |

b. Bahan

- 1) Larutan induk Fe 1000 mg/L
- 2) Larutan natrium hidroksida (NaOH) 0.5 N
- 3) Aquades

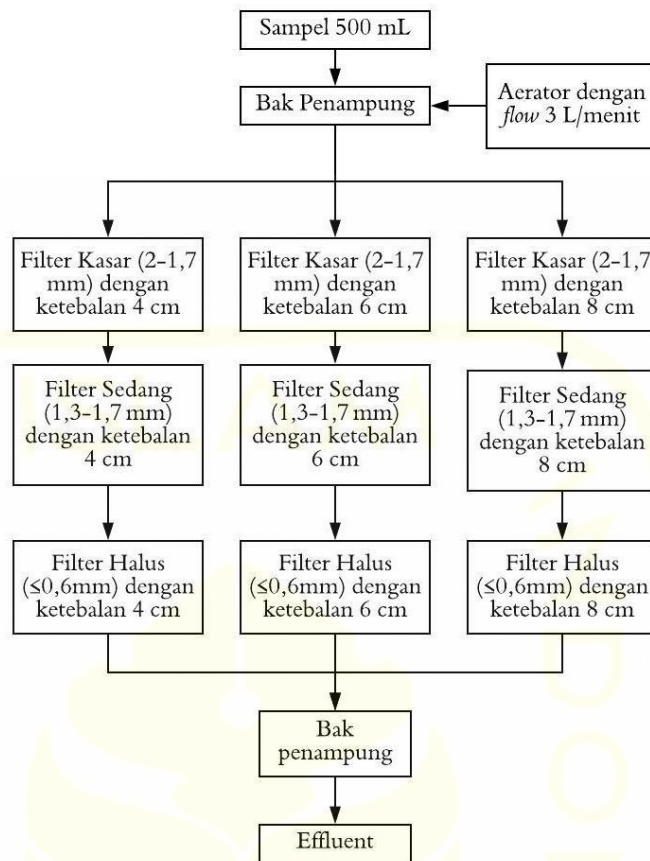


(Sumber : SNI 6989.4-2009)

Gambar 3. 7 Diagram Alir Pembuatan Larutan Standar Fe

6. Operasi Alat Filter

Operasi alat filter dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.8**.



Gambar 3. 8 Operasi Alat Filter

7. Pengukuran Kecepatan dan Debit Filtrasi

Pengukuran kecepatan dan debit filtrasi dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.9**.

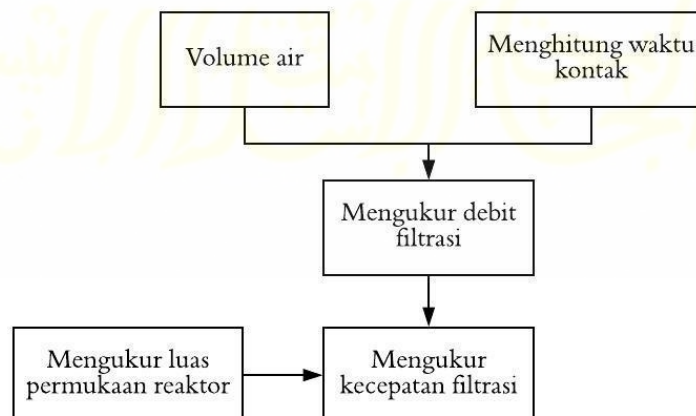
a. Alat

1) *Stopwatch*

2) Penggaris

b. Bahan

1) Sampel air



(Sumber: Quddus, 2014)

Gambar 3. 9 Pengukuran Kecepatan dan Laju Filtrasi

8. Pengukuran pH

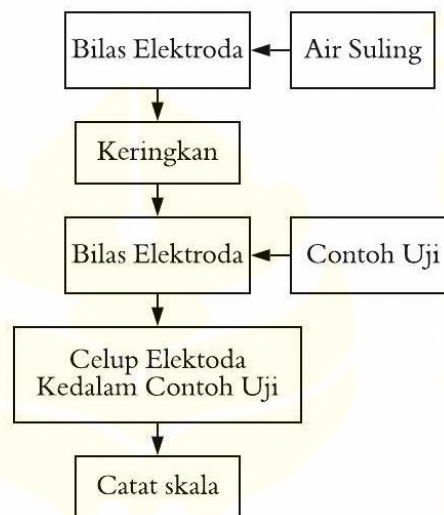
Pengukuran pH pada air baku dan olahan dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.10**.

a. Alat

- 1) pH meter
- 2) Gelas beaker 1000 mL

b. Bahan

- 1) Sampel
- 2) Aquades
- 3) Tisu



(Sumber : SNI 06-6989.11-2004)

Gambar 3. 10 Pengukuran pH Air Baku dan Olahan

9. Pengukuran Dissolved Oxygen (DO)

Pengukuran DO pada air baku dan olahan dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.11**.

a. Alat

- 1) DO meter

b. Bahan

- 1) Sampel air
- 2) Aquades



(Sumber: Maryam dkk, 2004)

Gambar 3. 11 Pengukuran DO Air Baku dan Air Olahan

10. Analisa Kadar Besi

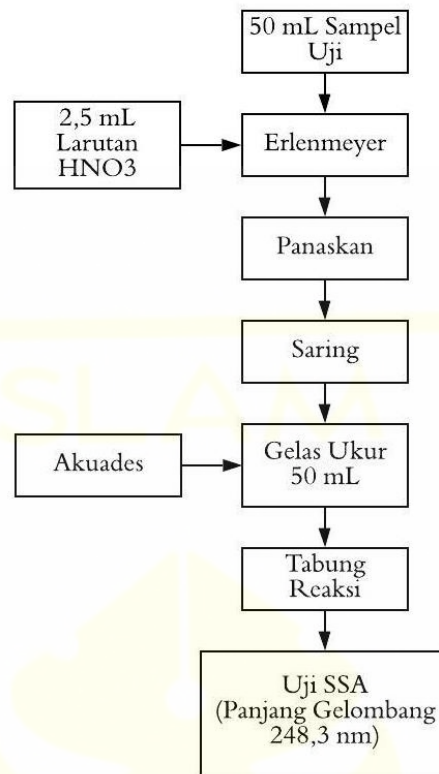
Analisa kadar Besi pada air olahan dilakukan dengan tahapan seperti dijelaskan dalam **Gambar 3.12**.

a. Alat

- 1) Gelas ukur 50 mL
- 2) Pipet ukur 5 mL
- 3) Corong kaca
- 4) Erlenmeyer 250 mL
- 5) Tabung reaksi
- 6) SSA
- 7) Kompok

b. Bahan

- 1) Sampel uji
- 2) Larutan asam nitrat (HNO₃) pekat
- 3) Aquades
- 4) Kertas saring *whatman* 40, dengan ukuran pori θ 0,42 μ m



(Sumber : SNI 6989.4-2009)

Gambar 3. 12 Diagram Alir Analisa Kadar Besi

3.4 Analisis Efektivitas Media Filter

Perhitungan efektivitas media filter dalam penyisihan besi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

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

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

Ca = konsentrasi besi akhir (mg/L)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Besi

Kadar besi sebelum filtrasi sebesar 9.13 mg/L, kadar ini melebihi standar dari Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, yaitu nilai maksimal 0.3 mg/L. Air sampel difiltrasi dan dilakukan replikasi 3 kali pada setiap ketebalan. Hal ini dilakukan karena untuk membuktikan hasil yang didapat akurat. Kadar besi memiliki kadar yang berbanding lurus dengan ketebalan media filter yaitu semakin tebal media filter, maka kadar besi akan menurun. Hal ini ditunjukkan pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kadar Larutan Standar Fe

Sebelum Perlakuan (mg/L)	Replikasi	Setelah Perlakuan (mg/L)			Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010
		Ketebalan Media Filter 4 cm	Ketebalan Media Filter 6 cm	Ketebalan Media Filter 8 cm	
9.13	1	0.19	0.13	0.11	0.3 mg/L
	2	0.20	0.11	0.11	
	3	0.21	0.13	0.11	
Rata - rata		0.20	0.12	0.11	

Dari hasil diatas menunjukkan pengaruh media cangkang kerang terhadap kadar besi. Kadar besi sebelum filtrasi adalah 9.13 mg/L. Sedangkan penurunan kadar besi pada ketebalan 4 cm yaitu 0.20 mg/L dengan efektivitas 97.81 %. Penurunan kadar besi pada ketebalan 6 cm yaitu 0.12 mg/L dengan efektivitas 98.64 %. Penurunan kadar besi pada ketebalan 8 cm yaitu 0.11 mg/L dengan efektivitas 98.76%. Efektivitas penurunan ditunjukkan pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4. 2 Efektivitas Media Filter Cangkang Kerang Darah

Ketebalan Media (cm)	Rata-Rata Kadar Besi			Efesiensi Pengolahan (%)
	Sebelum Filtrasi (mg/L)	Sesudah Filtrasi (mg/L)	Penurunan (mg/L)	
4	9.13	0.20	8.93	97.81
6	9.13	0.12	9.01	98.64

Ketebalan Media (cm)	Rata-Rata Kadar Besi			Efisiensi Pengolahan (%)
	Sebelum Filtrasi (mg/L)	Sesudah Filtrasi (mg/L)	Penurunan (mg/L)	
8	9.13	0.11	9.02	98.76

Penurunan kadar besi ini dikarenakan cangkang kerang mengandung 66.70% CaCO_3 , 7.88% SiO_2 , 22.28% MgO , dan 1.25% Al_2O_3 (Siregar, 2009). Kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuat cangkang kerang dapat digunakan sebagai penjernih air. Dapat dilihat pada ketebalan 8 cm cangkang kerang lebih banyak menyerap besi dalam air karena semakin banyak kandungan CaCO_3 maka semakin banyak logam yang diserap. Pada penelitian ini menggunakan variasi ukuran partikel media filter, yaitu partikel ≤ 0.6 mm; 1.3-1 mm; dan 2-1.7 mm. Partikel ini disusun dari ukuran yang paling kasar sampai yang paling halus agar tidak terjadi penyumbatan diawal. Semakin kecil ukuran partikel maka akan efektif dalam menyerap zat pengotor dalam hal ini adalah besi (Fe) (Las dkk, 2011).

Sebelum air melewati media filter cangkang kerang, air diaerasi terlebih dahulu dengan suhu ruang. Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) dan suhu dapat dilihat pada **Tabel 4.3**, **Tabel 4.4**, dan **Tabel 4.5** berikut:

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran DO dan Suhu Ketebalan Media Filter 4 cm

Parameter	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi			Rata-rata
		1	2	3	
DO (mg/L)	5.72	7.6	7.6	7.6	7.6
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26.7	26.7	26.7	26.6	26.7

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran DO dan Suhu Ketebalan Media Filter 6 cm

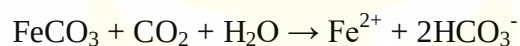
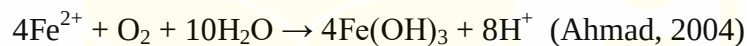
Parameter	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi			Rata-rata
		1	2	3	
DO (mg/L)	5.72	7.70	7.70	7.60	7.7
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26.7	26.5	26.5	26.5	26.5

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran DO dan Suhu Ketebalan Media Filter 8 cm

Parameter	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi			Rata-rata
		1	2	3	
DO (mg/L)	5.72	7.80	7.80	7.70	7.8
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26.7	26.5	26.5	26.5	26.5

Dari tabel diatas, nilai DO sebelum diaerasi yaitu 5.72 mg/L setelah aerasi nilai DO meningkat yaitu 7.6 mg/L pada ketebalan 4 cm, 7.7 mg/L pada ketebalan 6 cm, dan 7.8 mg/L pada ketebalan 8 cm. Proses aerasi akan menambahkan jumlah oksigen, sehingga oksigen terlarut dalam air akan meningkat. Semakin tinggi nilai DO menggambarkan air tersebut semakin baik. Standar nilai DO setelah filtrasi sudah memenuhi standar yang diperbolehkan yaitu ≥ 6 mg/L. Apabila terjadi kenaikan suhu maka oksigen dalam air akan menurun (Melinda dkk, 2017). Oksigen terlarut yang tinggi menyebabkan suhu air akan menurun dan kelarutan besi juga menurun yang akan membentuk endapan besi (Asfiana, 2015). Aerasi dapat memungkinkan terjadinya oksidasi sehingga perubahan unsur Fe dari bentuk ferro (Fe^{2+}) menjadi ferri (Fe^{3+}) dalam bentuk endapan yang nantinya akan disaring oleh media filter.

Berikut reaksi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} :



Aerasi dapat membuat endapan-endapan besi bewarna kecoklatan yang akan disaring secara fisik, kimia, maupun biologi untuk memisahkan antara endapan dengan air. Sehingga air yang bewarna kecoklatan dapat jernih dengan adanya filtrasi. Sehingga aerasi juga dapat meringankan beban filtrasi karena aerasi dianggap dapat menurunkan kadar Fe (Rahman dan Saleh, 2016). Menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kadar besi yang diperbolehkan adalah 0.3 mg/L sehingga air olahan filtrasi ini masih termasuk kedalam standar yang diperbolehkan.

4.2 Derajat Keasaman (pH)

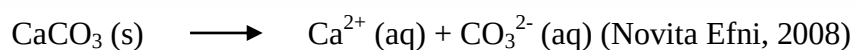
Pada penelitian ini, pH diukur sebelum dan sesudah filtrasi pada ketebalan 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Alat yang digunakan yaitu pH meter. Pengukuran pH setelah filtrasi dilakukan replikasi sebanyak 3 kali pada setiap ketebalan. Hal ini dilakukan karena untuk membuktikan hasil yang didapat akurat. Air sebelum dilakukan filtrasi terlebih dahulu diaerasi. Sebelum

diaerasi dilakukan pengaturan pH dengan NaOH 0.5 N agar air yang mengandung besi (Fe) memiliki kecepatan reaksi oksidasi yang cepat. Menurut Asfiana (2015) semakin tinggi pH air maka semakin cepat reaksi oksidasi, begitu juga sebaliknya. Sehingga air sebelum diolah terlebih dahulu harus dinaikan pHnya (Said, 2005). Oksidasi besi akan berjalan baik jika pH air berkisar 7.5-8 (Asmadi dkk, 2011). Hasil pengukuran ini nilai pH berbanding lurus dengan ketebalan media filter, yaitu semakin tebal media filter, maka nilai pH akan meningkat. Pada **Tabel 4.6** merupakan hasil pengukuran pH sebelum dan sesudah perlakuan filtrasi dengan media cangkang kerang pada ketebalan 4 cm, 6 cm, dan 8 cm yang dilakukan replikasi sebanyak 3 kali.

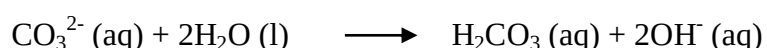
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran pH Larutan Standar Fe

pH Sebelum Perlakuan	Replikasi	pH Setelah Perlakuan			Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/ IV/2010
		Ketebalan Media Filter 4 cm	Ketebalan Media Filter 6 cm	Ketebalan Media Filter 8 cm	
7.70	1	7.82	7.93	7.89	6.5-8.5
	2	7.85	7.97	8.01	
	3	7.87	7.95	8.06	
Rata-rata		7.85	7.95	7.99	

Dari **Tabel 4.6** diatas media filter yang berasal dari cangkang kerang darah dapat meningkatkan nilai pH dari 7.7 menjadi 7.85 pada ketebalan 4 cm, 7.90 pada ketebalan 6 cm, dan 8.05 pada ketebalan 8 cm. Hal ini sama dengan penelitian Hanafi dkk (2016) dimana cangkang kerang darah mampu menaikkan pH air gambut dari 3.67 menjadi 7.04 – 8.09. Peningkatan pH ini disebabkan cangkang kerang darah mengandung CaCO_3 yang apabila dilarutkan dengan air akan melepaskan ion OH^- , sehingga ion OH^- akan semakin banyak. Ketika air mengandung banyak ion OH^- maka akan bersifat basa, sehingga CaCO_3 dapat meningkatkan nilai pH. Berikut reaksi yang CaCO_3 melepaskan ion OH^- :



CO_3^{2-} dalam air akan mengalami reaksi yaitu reaksi hidrolisis (penguraian air)



Menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, nilai pH yang diperbolehkan sekitar 6.5-8.5, sehingga air olahan filtrasi ini masih termasuk kedalam standar yang diperbolehkan.

4.3 Kecepatan dan Debit Filtrasi

Pada **Tabel 4.7** merupakan hasil pengukuran debit dan kecepatan filtrasi menggunakan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) pada ketebalan 4 cm, 6 cm, dan 8 cm.

Tabel 4. 7 Debit dan Kecepatan Filtrasi Dengan Media Filter Cangkang Kerang Darah

Ketebalan (cm)	Volume Air (L)	Waktu (detik)	Debit Filtrasi (m^3/Jam)	Luas Permukaan (cm^2)	Kecepatan Filtrasi (m/Jam)
4	2.5	2871	0.0031	66	0.4735
6	2.5	3413	0.0026	66	0.3983
8	2.5	3622	0.0025	66	0.3753

Berdasarkan data diatas, pada ketebalan media filter 4 cm kecepatan filtrasi sebesar 0.4735 m/jam dengan debit filtrasi sebesar 0.0031 m^3/jam . Pada ketebalan media filter 6 cm kecepatan filtrasi air sebesar 0.3983 m/jam dengan debit filtrasi sebesar 0.0026 m^3/jam . Pada ketebalan media filter 8 cm kecepatan filtrasi air sebesar 0.3753 m/jam dengan debit filtrasi sebesar 0.0025 m^3/jam .

Dari penelitian ini ketebalan media filter berbanding terbalik dengan debit filtrasi yang dihasilkan. Dimana semakin tebal media filter maka debit filtrasi yang dihasilkan akan kecil begitu juga sebaliknya. Hasil dari penelitian didapatkan debit filtrasi yang kecil memiliki efektifitas penurunan yang besar, hal ini disebabkan debit yang kecil memiliki waktu kontak yang lama sehingga efektifitas penurunannya semakin besar. Dari hasil pengujian ini, menghasilkan debit yang cukup untuk kebutuhan air minum. Jika dikonversikan dalam L/hari maka debit ketebalan media 4 cm adalah 74.4 L/hari, ketebalan media 6 cm adalah 62.4 L/hari, dan ketebalan media 8 cm adalah 60 L/hari. Orang dewasa rata-rata membutuhkan air minum sebanyak 2.5 L/orang/hari dan anak-anak 1.5 L/orang/hari (Rahman dan Hartono, 2004).

Dari data debit filtrasi dapat diketahui kecepatan filtrasi. Pengukuran kecepatan filtrasi untuk mengetahui kemampuan media filter dalam menyerap

polutan. Tebalnya media filter akan mempengaruhi kecepatan filtrasi dan daya serap. Pada penelitian ini, ketebalan media filter 8 cm memiliki kecepatan filtrasi paling lambat dengan daya serap yang tinggi. Kecepatan dari filtrasi pada ketebalan 4 cm sangat cepat jika dibandingkan dengan sistem filter pasir lambat. Tipe filter pada penelitian ini cenderung pada jenis filter pasir lambat karena jenis filter ini tidak melalui unit-unit koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Kecepatan filtrasi pada filter pasir lambat yaitu berkisar 0.1-0.4 m/jam dengan diameter media 0.15-0.35 mm, namun hal ini didukung oleh material yang terakumulasi pada lapisan *schmutzdecke*. Lapisan ini juga mendukung kinerja dari saringan pasir lambat (Masduqi dan Assomadi, 2012).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Media filter cangkang kerang darah terhadap kadar Fe mengalami penurunan seiring bertambahnya ketebalan yakni dari 9.13 mg/L menjadi 0.20 mg/L pada ketebalan 4 cm, 0.12 mg/L pada ketebalan 6 cm dan 0.11 mg/L pada ketebalan 8 cm.
2. Persentase efektivitas media filter dari cangkang kerang darah dalam penurunan kadar besi pada ketebalan 4 cm adalah 97.81 %, ketebalan 6 cm dengan efektivitas 98.64 %, ketebalan 8 cm dengan efektivitas 98.76%.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukannya pengujian kadar besi yang terserap dalam media filter cangkang kerang darah.
2. Perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui kapan media filter cangkang kerang darah jenuh atau mengalami penurunan penyerapan kadar logam berat dan harus dilakukan pencucian media filter.
3. Perlu meningkatkan ketelitian dalam pengujian di Laboratorium sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan dalam mendapatkan data.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Rukhaesih. 2004. **Kimia Lingkungan**. Yogyakarta. Andi Offset.
- Asfiana, Anna. 2015. **Penurunan Kadar Kontaminan Mangan (Mn) dalam Air secara Bubble Aerator**. Tugas Akhir. Universitas Hasanuddin.
- Asmadi., Khayan., Heru, S.K. 2011. **Teknologi Pengolahan Air Minum**. Gosyen Publishing.
- Asmaningrum H.P dan Pasaribu Y.P . 2016. **Penentuan Kadar Besi (Fe) dan kesadahan Pada air Minum Isi Ulang Di Distrik Merauke**. *Jurnal Magistra*. Vol. 3 (2). 95-104.
- Auliyah I., Khambali., Sari E. 2019. **Efektivitas Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur dengan Filtrasi Serbuk Cangkang Kerang Variasi Diameter Serbuk**. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*. Vol. 10 (1). 25-33.
- Azhar H., Ita W., Jusup S. 2012. **Studi Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr pada Kerang Simping (Amusium pleuronectes), Air dan Sedimen di Perairan Wedung, Demak Serta Analisis Maksimum Tolerable Intake pada Manusia**. *Journal of Marine Research*. Vol. 1 (2). 35-44.
- 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., Yusuf W. 2016. **Optimasi Filter Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Untuk Meningkatkan pH Air Gambut**. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. Vol. 4 (1). 1-10.
- Harbawi M.E., Sabidi A.A.B., Kamarudin E.B., Hamid A.B.A., Harun S.B., Nazlan A.B., Yi C.Y. 2010. **Design Of A Portable Dual Purposes Water Filter System**. *Journal of Engineering Science and Technology*. Vol 5 (2). 165-175.

- Herdiawan, Boni. 2019. **Limbah Cangkang Kerang Darah sebagai Anti Bakteri.** <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2019/06/20/wow-limbah-cangkang-kerang-darah-dapat-digunakan-sebagai-anti-bakteri>. Diakses pada: 16 Oktober 2019.
- Jenti U dan Nurhayati I. 2014. **Pengaruh Penggunaan Media Filtrasi Terhadap Kualitas Air Sumur Gali Di Kelurahan Tambak Rejo Waru Kabupaten Sidoarjo.** *Jurnal Teknik Waktu*. Vol. 12 (2). 34-38.
- Las T., Florentinus F., Afit H. 2011. **Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangnunggal.** *Jurnal Valensi*. Vol. 2 (2). 368-378.
- Latifah, Asti. 2011. **Karakteristik Morfologi Kerang Darah.** Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Masduqi A dan Assomadi A. 2012. **Operasi dan Proses Pengolahan Air.** Surabaya: ITS Press.
- Melinda F., Saimul L., Ahmad S. 2017. **Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang pada Depo Air Minum Di Sekitar Kampus UNISMA Malang.** *Jurnal Ilmiah BIOSAIN TROPIS*. Vol. 3 (1). 53-59.
- Novita, Efni. 2008. **Penurunan Intensitas Warna Air Gambut Menggunakan Cangkang Telur sebagai Problem Based Learning Pembelajaran Kimia.** Tesis. Institut Teknologi Bandung.
- Parulian, Alwin. 2009. **Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal.** Medan : Pascasarjana Universitas Sumatera Utara (USU).
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. **Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.** Jakarta: Depkes RI.
- Pradana T., Rizqi A., Cynthia V. 2019. **Efektivitas Cone Aerator dan Filtrasi Kulit Kerang Dalam Menurunkan Kadar Besi dan Kadar Kekeruhan Pada Air Sumur Gali.** *Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*. Vol 5 (2). 240-245.

- Quddus, Rachmat. 2014. **Teknik Pengolahan Air Bersih Dengan Sistem Saringan Pasir Lambat (Downflow) Yang Bersumber Dari Sungai Musi.** *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol. 2 (4). 669-675.
- Rahman A dan Hartono B. 2004. **Penyaringan Air Tanah Dengan Zeolit Alami Untuk Menurunkan Kadar Besi Dan Mangan.** *Jurnal Makara Kesehatan*. Vol. 8 (1). 1-6.
- Rahman., Saleh M. 2016. **Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Sistem Aerasi dan Filtrasi Pada Air Sumur Gali.** *Jurnal Higiene*. Vol 2 (3). 159-167.
- Rahmawati J.O., Nurhayati I. 2016. **Pengaruh Jenis Media Filtrasi Kualitas Air Sumur Gali.** *Jurnal Teknik Waktu*. Vol. 14 (2). 32-38.
- Rudiyanti, Siti. 2009. **Biokonsentrasi Kerang Darah (Anadara granosa) terhadap logam berat Cd yang Terkandung Dalam Media Pemeliharaan yang Berasal dari Perairan Kaliwungu, Kendal.** *Seminar Nasional Semarang Perikanan Expo*. 22 Februari 2009. 184-195.
- Said, Nusa Idaman. 2005. **Metoda Praktis Penghilangan Zat Besi dan Mangan Di Dalam Penyediaan Air Minum Domestik.** *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol. 1 (3). 239-250.
- Sari S., Dharma S., Nurmaini. 2013. **Perbedaan Kemampuan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting dengan Cangkang Udang Sebagai Koagulan Alami Dalam Penjernihan Air Sumur Di Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanggang Kabupaten Langkat.** *Jurnal Lingkungan dan Kesehatan Kerja*. Vol. 3 (2). 1-8.
- Setyono, Dwi. 2006. **Karakteristik Biologi dan Produksi Kerang-kerangan Perairan.** *Jurnal Oseana*. Vol. 31 (1). 1- 7.
- Siregar, Shinta. 2009. **Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer.** Tesis. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- SNI 06-6989.4-2009 cara uji besi (Fe) dengan spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala
- SNI 06-6989.11-2004 cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter

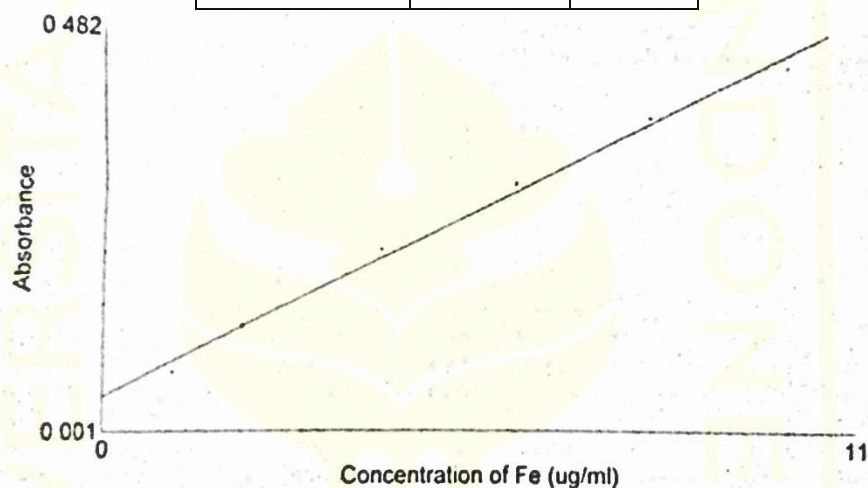
- Sumiharti dan Susilo, G.E. 2009. **Pengolahan Air Berkualitas Rendah Menjadi Air Domestik Non Konsumsi**. *Jurnal Rekayasa*. Vol. 13 (3). 291-298.
- Sunarsih E., Achmad F., Yuanita W., Inoy T., Dini A., Dwi S., Yustini A., Imelda G., Rahmi G. 2018. **Analisis Paparan Kadmium, Besi, Dan Mangan Pada Air Terhadap Gangguan Kulit Pada Masyarakat Desa Ibuk Besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir**. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. Vol. 17 (2). 68-73.
- Syahrial dan Emilia, C. 2012. **Pemanfaatan Cangkang Kerang Untuk Menurunkan Kadar Fe Dalam Air Sumur Bor**. *Jurnal Poltekes Jambi*. Vol. 6 (6). 8-12.
- Wahyudianto, Febri. 2016. **Studi Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Adsorben Pb^{2+} , Cu^{2+} , Dan Zn^{2+}** . Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh November.
- World Health Organization. 2003. **Iron in Drinking Water**. Switzeland: Guidelines for drinking-water quality
- WWF Indonesia. 2015. **Perikanan Kerang- Panduan Penangkapan dan Penanganan**. WWF-Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pembacaan Kadar Besi dengan SSA

1. Kalibrasi Standar

Sampel Label	Conc. (u/ml)	Abs
Standar 1	1	0.0694
Standar 2	2	0.1246
Standar 3	4	0.2181
Standar 4	6	0.3008
Standar 5	8	0.3808
Standar 6	10	0.4417



Max Error: 0.3596

R^2 : 0.9936

R: 0.9968

2. Kadar Besi Sebelum Filtrasi

No	Kode Sample	A	Konsentrasi
1	A	0.4208	9.1379
2	B	0.4351	9.4823
3	C	0.4368	9.5232
4	D	0.3981	8.5904
5	E	0.4308	9.3779
6	F	0.4408	9.6187
7	G	0.4133	8.9581
8	H	0.4183	9.0785
9	I	0.4125	8.9372
10	J	0.4378	9.5473
11	K	0.4259	9.2615

No	Kode Sample	A	Konsentrasi
12	L	0.4352	9.4839
13	M	0.4037	8.7253
14	N	0.4511	9.8668
15	O	0.3475	7.3735
Rata-rata		0.4205	9.13

3. Kadar Besi Setelah Filtrasi

No	Kode Sample	A	Konsentrasi
1	4AA	0.016	0.1918
2	4BB	0.0166	0.2008
3	4CC	0.0175	0.2133
4	6AA	0.0108	0.1131
5	6BB	0.0121	0.1326
6	6CC	0.0116	0.1251
7	8AA	0.0108	0.1126
8	8BB	0.0109	0.1141
9	8CC	0.0109	0.1146

Keterangan:

4AA, 4BB, 4CC = Relikasi pada ketebalan 4 cm

6AA, 6BB, 6CC = Relikasi pada ketebalan 6 cm

8AA, 8BB, 8CC = Relikasi pada ketebalan 8 cm

Lampiran 2. Perhitungan

1. Persentase Efektivitas

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

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

Ca = konsentrasi akhir logam (mg/L)

a. Ketebalan 4 cm

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

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{9.13 \left(\frac{mg}{l}\right) - 0.21 \left(\frac{mg}{l}\right)}{9.13 \left(\frac{mg}{l}\right)} \times 100\% \\ &= 97.70 \% \end{aligned}$$

b. Ketebalan 6 cm

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

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{9.13 \left(\frac{mg}{l}\right) - 0.16 \left(\frac{mg}{l}\right)}{9.13 \left(\frac{mg}{l}\right)} \times 100\% \\ &= 98.25 \% \end{aligned}$$

c. Ketebalan 8 cm

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

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{9.13 \left(\frac{mg}{l}\right) - 0.15 \left(\frac{mg}{l}\right)}{9.13 \left(\frac{mg}{l}\right)} \times 100\% \\ &= 98.38 \% \end{aligned}$$

2. Debit Filtrasi

Rumus :

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

Keterangan :

Q = debit (m³/jam)

V = volume (m³)

T = waktu (jam)

1) Ketebalan 4 cm

$$Q = \frac{\left(\frac{2.5}{1000}\right)m^3}{\left(\frac{2871}{3600}\right)jam} = 0.0031 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2) Ketebalan 6 cm

$$Q = \frac{\left(\frac{2.5}{1000}\right)m^3}{\left(\frac{3413}{3600}\right)jam} = 0.0026 \text{ m}^3/jam$$

3) Ketebalan 8 cm

$$Q = \frac{\left(\frac{2.5}{1000}\right)m^3}{\left(\frac{3622}{3600}\right)jam} = 0.0025 \text{ m}^3/jam$$

3. Kecepatan Filtrasi

Rumus :

$$Q = V \times A$$

Keterangan :

Q = debit (m³/jam)

A = Luas Penampang (m²)

V = Kecepatan aliran (m/jam)

1) Ketebalan 4 cm

$$V = 0,0031 \text{ m}^3/jam \times \left(\frac{66}{10000}\right) m^2 = 0.4735 \text{ m/jam}$$

2) Ketebalan 6 cm

$$V = 0,0026 \text{ m}^3/jam \times \left(\frac{66}{10000}\right) m^2 = 0.3983 \text{ m/jam}$$

3) Ketebalan 8 cm

$$V = 0,0025 \text{ m}^3/jam \times \left(\frac{66}{10000}\right) m^2 = 0.3753 \text{ m/jam}$$

Lampiran 3. Pembuatan Media Filter Cangkang Kerang

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 ke *grind mill* untuk menghancurkan cangkang sampai butiran kecil.
4. Susun ayakan secara bertingkat mulai dari ukuran besar ke 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. Masukan butiran cangkang kedalam ayakan lalu di shaker ± 10 menit. Lalu pisahkan butiran cangkang ukuran 2-1.7 mm, 1.3-1 mm, dan ≤ 0.6 mm
6. Butiran cangkang dibilas dengan aquades sampai bersih. Lalu bilas dengan CH_3COOH 0.5 N sebagai penghilang rasa bau pada cangkang.
7. Panaskan butiran cangkang kerang dengan oven pada suhu 105°C selama 24 jam.
8. Butiran cangkang kerang dikeluarkan dari oven dan didinginkan sampai suhu ruang. Lalu butiran cangkang kerang diaduk dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) 0.5 M selama 1 jam dan dibiarkan selama 24 jam.
9. Bilas butiran cangkang kerang dengan aquades sampai pH netral ($\text{pH}=7$).
10. Setelah pH butiran cangkang kerang netral, masukan kedalam furnace dipanaskan dengan suhu 300°C selama 2 jam.
11. Cangkang kerang dikeluarkan dari furnace dan didinginkan sampai suhu ruang. Lalu cangkang kerang siap digunakan sebagai media filter.

Lampiran 4. Dokumentasi

1. Persiapan Media Filter Cangkang Kerang Darah



Pencucian dan Penyikatan Cangkang



Penumbukan Cangkang



Penggilingan Cangkang Kerang



Pengayakan



Hasil Pengayakan



Pencucian Media Filter



Proses Aktivasi Media Filter

2. Proses Filtrasi



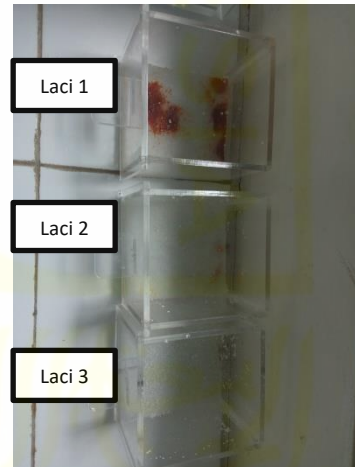
Sampel Besi



Proses Aerasi - Filtrasi



Endapan Besi Setelah Aerasi



Endapan Besi Setelah Filtrasi



Output

RIWAYAT HIDUP



Meidina Indah Purwatie, lahir di Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau pada hari Sabtu tanggal 02 Mei 1998. Anak kedua dari dua bersaudara. Dilahirkan dari pasangan Bapak Gelorawanto dan Ibu Dewi Kania Wirdhawatie, S. Pd. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 005 Sagulung Kota Batam pada tahun 2010, lalu melanjutkan pendidikan di SMPN 3 Kota Batam hingga tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Batam hingga tahun 2016. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi swasta, tepatnya di Universitas Islam Indonesia (UII) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan pada Program Studi Teknik Lingkungan. Pada tahun 2017 hingga 2018 penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia sebagai staff departemen Minat dan Bakat.