

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN CANGKANG KERANG DARAH
(*Anadara granosa*) UNTUK MENURUNKAN KADAR
BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DALAM AIR**

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

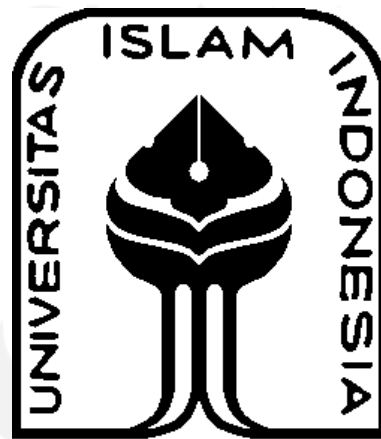


**FIKA NUR AMALIAH
17513103**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021**

TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN CANGKANG KERANG DARAH
(*Anadara granosa*) UNTUK MENURUNKAN KADAR
BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DALAM AIR

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



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

FIKA NUR AMALIAH
17513103

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

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

NIK. 025100406

Tanggal: 12 Oktober 2021

Dr. Eng. Awa'uddin Nurmivanto, S.T., M.Eng

NIK. 095130403

Tanggal: 12 Oktober 2021

Mengetahui,*
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



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

NIK. 025100406

Tanggal: 12 Oktober 2021

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN CANGKANG KERANG DARAH
(*Anadara granosa*) UNTUK MENURUNKAN KADAR
BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn)**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa
Tanggal : 12 Oktober 2021

Disusun Oleh:

**FIKA NUR AMALIAH
17513103**

Tim Penguji :

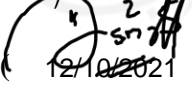
Eko Siswovo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D

()

Dr. Eng. Awaluddin Nurmivanto, S.T., M.Eng

()

Lutfia Isna Ardhavanti, S.Si., M.Sc.

()
12/10/2021)

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, 12 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan,



Fika Nur Amaliah

NIM: 17513103

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 Maret ini ialah **Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air.**

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Eko Siswoyo S.T., M.Sc.ES., Ph.D. dan Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng selaku pembimbing, serta Ibu Isna Ardhayanti S.Si., M.Sc. yang telah banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman seperjuangan Rahmalina Nur Zahra, Grup Lenong Arudita, kelompok TA Pak Eko, dan staf laboratorium, yang telah membantu selama pengumpulan data dan penelitian berlangsung. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.

Penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk kelengkapan dan kesempurnaan penelitian dan penulisan laporan. Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 12 Oktober 2021

Fika Nur Amaliah



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

FIKA NUR AMALIAH. Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air. Dibimbing oleh Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D dan Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

Limbah cangkang kerang darah memiliki potensi untuk digunakan sebagai adsorben alami. Kandungan CaCO_3 pada cangkangnya dan kandungan kitin yang mampu dibuat menjadi kitosan mampu untuk menyerap logam-logam pencemar dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dan karakterisasi dari serbuk cangkang kerang darah (SCKD) dan kitosan yang digunakan sebagai adsorben dalam menurunkan logam Fe dan Mn dengan membandingkan penelitian terdahulu. Metode yang digunakan dengan AAS untuk mengetahui konsentrasi Fe dan Mn melalui proses pengujian menggunakan variasi massa, waktu kontak, dan pH menggunakan *orbital shaker* untuk mencapai nilai optimum. Dari berbagai perbandingan dengan penelitian terdahulu, menyatakan bahwa persentase logam Fe dan Mn pada air menggunakan adsorben SCKD dan kitosan mampu mencapai nilai rata-rata 98%. Persentase tersebut mengindikasikan jika efektivitas adsorben sangat baik dengan massa, waktu kontak, dan pH optimum SCKD sebesar rata-rata 50 mg, 120 menit, dan pH 7. Sedangkan untuk kitosan massa, waktu kontak, dan pH optimum SCKD sebesar 50 mg, 120 menit, dan pH 3.

Kata kunci: Adsorpsi, Besi (Fe), Cangkang Kerang Darah, Kitosan, Mangan (Mn)

ABSTRACT

FIKA NUR AMALIAH. *Utilization of Blood Cockle Shells (Anadara Granosa) to Reduce Iron (Fe) and Manganese (Mn) Levels in Water. Supervised by Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D dan Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.*

Blood cockle shell waste has the potential to be used as a natural adsorbent. The content of CaCO_3 in the shell and the content of chitin which can be made into chitosan is able to absorb polluting metals in water. This study aims to determine the effectiveness and characterization of blood cockle shell powder (SCKD) and chitosan used as adsorbents in reducing Fe and Mn metals by comparing previous studies. The method used with AAS to determine the concentration of Fe and Mn through a testing process using variations in mass, contact time, and pH using an orbital shaker to achieve the optimum value. From various comparisons with previous studies, it was stated that the percentage of Fe and Mn metals in water using SCKD and chitosan adsorbents was able to reach an average value of 98%. This percentage indicates that the effectiveness of the adsorbent is very good with the optimum mass, contact time, and pH of SCKD of an average of 50 mg, 120 minutes, and pH 7. Meanwhile for chitosan mass, contact time, and optimum pH of SCKD are 50 mg, 120 minutes, and pH 3.

Keywords: Adsorption, Blood Cockle Shell, Chitosan, Iron (Fe), Manganese (Mn)



Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Asumsi Penelitian	5
1.6 Ruang Lingkup.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Identifikasi Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>).....	7
2.1.1 Morfologi Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>).....	7
2.2 Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>) menjadi Kitosan.....	8
2.3 Besi dan Mangan dalam Air.....	10
2.4 Adsorpsi	11
2.4.1 Jenis Adsorpsi dan Faktor Adsorpsi.....	11
2.5 Penelitian Terdahulu	12
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Prosedur Analisis Data.....	17
3.4 Persiapan Penelitian	18
3.4.1 Persiapan Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>) Menjadi Adsorben. 18	
3.4.2 Persiapan Kitosan Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>) Menjadi Adsorben	18
3.4.3 Pembuatan Sampel Larutan.....	19
3.4.4 Karakterisasi Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)	19
3.4.5 Pengujian Sampel dengan AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>)	20

3.5 Pengujian Adsorben	20
3.5.1 Penentuan Massa Optimum SCKD dan Kitosan sebagai Adsorben terhadap Penyerapan Logam Fe dan Mn	20
3.5.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum SCKD dan Kitosan sebagai Adsorben terhadap Penyerapan Logam Fe dan Mn.....	21
3.5.3 Penentuan pH Optimum SCKD dan Kitosan sebagai Adsorben terhadap Penyerapan Fe dan Mn.....	21
3.6 Hasil Penelitian	21
3.7 Analisis Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Deskripsi Umum	23
4.2 Karakterisasi Adsorben Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>).....	23
4. 2.1 Karakterisasi FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	25
4.2.2 Karakterisasi SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	29
4.3 Penurunan Kadar Fe dan Mn	31
4.3.1 Massa Optimum	31
4.3.2 Waktu Kontak Optimum	34
4.3.3 pH optimum.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	58



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 4. 1 Karakteristik Air Sumur PAM UII.....	23
Tabel 4. 2 Interpretasi Gugus Fungsi SCKD dan Kitosan Sebelum Digunakan	26
Tabel 4. 3 Interpretasi Gugus Fungsi SCKD dan Kitosan Setelah Digunakan	28
Tabel 4. 4 Konsentrasi Sampel Sebelum Adsorpsi	31





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>).....	8
Gambar 2. 2 Struktur Kitin	9
Gambar 2. 3 Struktur Kitosan	9
Gambar 2. 4 Proses Adsorpsi	11
Gambar 2. 5 Proses Deproteinasi	24
Gambar 2. 6 Proses Deasetilasi Kitosan	25
Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir	17
Gambar 3. 2 Cara Kerja Instrumen AAS	20
Gambar 4. 1 Proses deproteinasi.....	24
Gambar 4. 2 Proses deasetilasi kitosan	25
Gambar 4. 3 Hasil Uji FTIR SCKD dan Kitosan Sebelum Menjadi Adsorben	26
Gambar 4. 4 Hasil Uji FTIR SCKD dan Kitosan Setelah Menjadi Adsorben	27
Gambar 4. 5 Bentuk dan Persebaran pada perbesaran 1000 kali (a) SCKD, (b) Kitosan	29
Gambar 4. 6 Bentuk Permukaan pada perbesaran 5000 kali (c) SCKD, (d) Kitosan	30
Gambar 4. 7 Efektivitas SCKD pada Air Sumur	32
Gambar 4. 8 Efektivitas SCKD pada Larutan Fe 10 ppm dan Larutan Mn 10 ppm	32



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian	48
Lampiran 2. Perhitungan	50
Lampiran 3. Dokumentasi	52
Lampiran 4. Hasil SEM	54
Lampiran 5. Acuan Peraturan	55
Lampiran 6. Tabel Korelasi Gugus Fungsi	56



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara maritim yang memiliki potensi laut berlimpah. Mulai dari potensi yang dimanfaatkan sebagai sumber pangan, sumber pendapatan, sumber kerajinan bahkan digunakan untuk menyerap logam berat. Salah satu hasil laut adalah kerang. Sebagian besar masyarakat di beberapa tempat seperti di daerah Kupang memanfaatkan kerang sebagai sumber pangan karena memiliki kandungan protein sebesar 15,95% dan kadar karbohidrat sebesar 1,33% (Bhara et al, 2018). Kerang darah contohnya yang digunakan menjadi sumber pangan hanya bagian tubuhnya, sedangkan cangkang kerang kerang kebanyakan dibuang. Sebagian kecil cangkangnya akan dimanfaatkan menjadi bahan kerajinan seperti aksesoris, sebagian lainnya yang kemudian akan dimanfaatkan sebagai bahan penyerap logam dalam air.

Keberadaan logam dalam perairan bergantung pada kondisi lingkungan sekitarnya. Salah satu sumber air bersih yang dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari adalah air sumur atau air tanah. Dalam pemenuhan kebutuhan air tersebut kualitas air harus diperhatikan agar tidak membahayakan pengguna (masyarakat). Beberapa ciri-ciri air tanah yang sehat dan aman untuk digunakan diantaranya adalah jernih, tidak berwarna, tidak berasa, pH netral, bebas zat kimia berbahaya, tingkat kesadahan rendah, dan tidak mengandung bakteri berbahaya (Mulyawan, 2020). Air dengan kandungan logam Fe (besi) dan Mn (mangan) yang tinggi akan menimbulkan dampak bagi makhluk hidup atau pun lingkungan.

Besi yang berada dalam air umumnya bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (ferro) atau Fe^{3+} (ferri) yang berbentuk ferobikarbonat ($\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$), ferohidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_2$), ferosulfat (FeSO_4) dan besi organik kompleks. Pada air tanah mengandung besi terlarut dalam bentuk Fe^{2+} yang apabila dikontakkan dengan udara (oksigen) akan teroksidasi menjadi ferihidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) (Febrina et.al., 2015). Konsentrasi Fe dalam air tanah umumnya lebih tinggi dibandingkan air permukaan. Salah satu dampak dari Fe adalah terdapat kerak pada peralatan dapur.

Sedangkan untuk logam mangan (Mn) dalam kondisi aerob membentuk Mn^{4+} , apabila dalam kondisi anaerob akan mengalami reduksi menjadi Mn^{2+} yang bersifat larut. Senyawa yang dapat berikatan dengan Mn^{2+} diantaranya nitrat, sulfat, dan klorida. Jika dibiarkan di udara terbuka, air dengan kadar mangan (Mn^{2+}) tinggi ($> 0,01$ mg/L) akan membentuk koloid akibat adanya proses oksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{4+} kemudian mengalami presipitasi membentuk warna coklat gelap sehingga air menjadi keruh (Effendi, 2003). Konsentrasi Mn yang tinggi ($> 0,05$ mg/L) dalam air minum dapat bersifat neurotoksik (Febrina et al, 2015). Baik Fe maupun Mn dapat menyebabkan permasalahan pada lingkungan seperti menimbulkan warna, bau dan rasa tidak sedap pada air. Pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Pengawasan dan Syarat-syarat Kualitas Air, terdapat kriteria kadar logam yang diizinkan. Maka dari itu, air dengan kadar logam Fe dan Mn yang tinggi memerlukan pengolahan.

Cangkang kerang umumnya diketahui mengandung senyawa kimia seperti kitin, kalsium karbonat, kalsium hidrosiapatit, dan kalsium fosfat yang memungkinkan memiliki kemampuan untuk menjerap zat-zat ke dalam porinya (Khan, 2016). Cangkang kerang dimanfaatkan karena memiliki material pori yang mengandung 66,70% $CaCO_3$, 22,28% MgO , 7,88 % SiO_2 dan 1,25% Al_2O_3 (Siregar, 2009). $CaCO_3$ inilah yang dapat mengikat kotoran pada air (menjernihkan air). Bahkan menurut Sari dkk (2013) kandungan $CaCO_3$ dapat mengurangi kadar Fe, Mn, dan logam lainnya. Sehingga pengolahan air dapat menggunakan konsep memanfaatkan cangkang kerang sebagai penurun kadar logam. Beberapa penelitian pun telah dilakukan untuk membuktikan dan mengetahui efektivitas dari cangkang kerang dapat digunakan sebagai bahan pengolahan air. Diantaranya adalah teknologi pengolahan air dengan filtrasi, koagulasi-flokulasi, dan adsorpsi. Ketiga teknologi tersebut menggunakan media filter, koagulan, dan adsorben yang bahan-bahannya dapat terbuat dari bahan alami yaitu cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) salah satunya.

Salah satu penelitian menyebutkan penggunaan cangkang kerang darah sebagai biokoagulan dikarenakan cangkangnya memiliki tekstur yang keras, dibanding dengan cangkang kerang lainnya. Hal ini menandakan semakin banyak

kandungan kalsium oksida di dalamnya. Kalsium oksida merupakan bahan yang mudah larut dalam air dan menghasilkan gugus hidroksil $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Kalsium oksida ini berfungsi sebagai penurun kesadahan, menetralkan asam, mengurangi kadar silika, mangan, fluorida, dan bahan-bahan organik (Pratama, 2016). Cangkang kerang yang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi pemisah air dengan ion logam di dalamnya. Melalui proses kalsinasi cangkang kerang yang mengandung CaCO_3 diubah menjadi CaO (Qoniah et al, 2011).

Pemanfaatan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) lainnya yaitu sebagai adsorben untuk menyerap ion timah dalam penelitian terdahulu memiliki kemampuan sebesar 53,113% pada konsentrasi 30 ppm/jam (Afranita & Hanifah, 2012). Penelitian lainnya oleh Aszahra (2016) terkait penggunaan cangkang kerang darah menjadi adsorben dengan mengaktivasi cangkang kerang darah melalui proses fisika yang dipanaskan pada suhu 500°C dan 800°C menggunakan metode enkapsulasi untuk menyerap logam Cu (II) dalam air dengan hasil kemampuan adsorben tanpa enkapsulasi 98,9% sedangkan dengan enkapsulasi 50,28%.

Selain itu cangkang kerang pun dapat dimanfaatkan menjadi kitosan yang merupakan bentuk turunan dari kitin. Melalui transformasi dan isolasi menggunakan metode deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi untuk menghilangkan gugus asetil (COCH_3) menjadi gugus amina ($-\text{NH}_2$) (Dompaipen et al, 2017). Penelitian di bidang lingkungan dalam memanfaatkan kitosan menjadi adsorben pada persenyawaan fenolit, zat warna, pestisida dan logam berat. Kandungan amino dan gugus fungsi pada kitosan dihubungkan dengan kemampuan kitosan ketika menjadi adsorben karena adanya gugus amina ($-\text{NH}_2$) dan gugus hidroksil ($-\text{OH}$) (Sukma et al, 2018).

Berbagai literatur tentang pemanfaatan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai bahan untuk teknologi pengolahan air dengan berbagai parameter. Sehingga limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) yang selama ini menjadi permasalahan kini dapat menjadi bahan alternatif dari penggunaan bahan kimia pengolah air. Baik digunakan untuk menjadi media filter, adsorben, ataupun koagulan. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti

terkait penggunaan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) tanpa aktivasi dan kitosan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Fe dan Mn. Sehingga pengolahan air bersih yang tepat dapat dilakukan dengan teknologi yang lebih murah, mudah, dan ramah bagi lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan dieliti adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dan kitosan?
2. Bagaimana efektivitas adsorpsi menggunakan adsorben dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) untuk menurunkan kadar logam Fe dan Mn jika dibandingkan dengan adsorben lain?
3. Bagaimana efektivitas adsorpsi menggunakan adsorben kitosan dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) untuk menurunkan kadar logam Fe dan Mn jika dibandingkan dengan adsorben lain?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dan kitosan.
2. Mengetahui efektivitas adsorpsi menggunakan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) untuk menurunkan kadar logam Fe dan Mn dan perbandingannya dengan adsorben lain.
3. Mengetahui efektivitas adsorpsi kitosan yang berasal dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) untuk menurunkan kadar logam Fe dan Mn dan perbandingannya dengan adsorben lain.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi terkait bahan alternatif untuk teknologi pengolahan air dari limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*).

2. Bagi Pemerintah

Memberikan informasi dan referensi teknologi ramah lingkungan terkait air tanah yang mengandung Fe dan Mn dapat diturunkan kadarnya dengan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) tanpa aktivasi maupun dalam bentuk kitosan.

3. Bagi Peneliti

Mengembangkan hasil penelitian menggunakan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai adsorben alternatif .

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi adalah anggapan dasar mengenai hal yang dijadikan pijakan berpikir dan bertindak dalam melaksanakan penelitian. Sifat asumsi dapat terbagi menjadi dua yaitu substantif dan metodologis. Asumsi substantif terkait dengan permasalahan penelitian, sedangkan asumsi metodologis terkait dengan metode penelitian. Berdasarkan pengertian tersebut, asumsi yang dikemukakan pada penelitian ini adalah efektivitas adsorpsi yang dipengaruhi oleh jenis adsorben serbuk dan kitosan yang terbuat dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) untuk menurunkan logam Fe dan Mn serta karakteristik dari adsorben tersebut.

1.6 Ruang Lingkup

Agar mempermudah pelaksanaan penelitian, maka ruang lingkup yang digunakan sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP Kampus Terpadu UII Jalan Kaliurang km 14,5.
2. Penelitian menggunakan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dan kitosan sebagai adsorben untuk menurunkan logam Fe dan Mn.

3. Limbah cangkang kerang darah yang digunakan berasal dari restoran *seafood* yang ada di sekitar Yogyakarta.
4. Penentuan kadar logam Fe dan Mn dianalisis menggunakan instrumen AAS.
5. Air sampel yang digunakan adalah air sumur dan sampel larutan standar Fe dan Mn sebanyak 50 ml.
6. Konsentrasi sampel larutan yang digunakan yaitu 10 mg/L.
7. Variasi massa cangkang kerang darah yang dijadikan sebagai adsorben adalah 10 mg, 25 mg, 50 mg, 100 mg, dan 200 mg.
8. Karakterisasi menggunakan instrumen SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Identifikasi Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Penelitian ini menggunakan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) digunakan sebagai adsorben. Kerang darah merupakan salah satu hewan dari golongan mollusca yang termasuk kelas bivalvia atau pelecypoda. Mollusca dibagi menjadi 5 (lima) kelas yaitu cephalopoda, bivalvia, gastropoda, scaphopoda dan amphineura (WWF-Indonesia, 2015). Kerang darah atau *cockle* merupakan kelompok yang mempunyai belahan cangkang melekat satu sama lain pada batas cangkang (Anggraini, 2016). Kelas bivalvia meliputi kerang, tiram, remis dan sejenisnya. Kerang darah termasuk filum mollusca dan kelas pelecypoda/bivalvia. Berikut klasifikasi kerang darah (Solang, 2019).

Kingdom	: Animalia
Filum	: Mollusca
Kelas	: Pelecypoda/Bivalvia
Sub Kelas	: Lamelladibranchia
Ordo	: Arcoida
Famili	: Arcidae
Sub famili	: Anadarinae
Genus	: <i>Anadara</i>
Spesies	: <i>Anadara granosa</i>

2.1.1 Morfologi Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Anadara granosa memiliki ciri tubuh tebal dan menggembung yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Dilengkapi alur berjumlah 18-20 buah dengan rusuk kokoh, kedua cangkang equilateral dengan umbo terletak di tengah bagian posterior dan anterior. Panjang kerang berkisar 4-9 cm (Ekawati, 2010). Bagian kerang umumnya terdiri dari kaki, kepala, bagian alwwat pencernaan dan reproduksi, selaput, dan cangkang (Setyono, 2006). Pada kerang darah yang berukuran besar, proses metabolisme lebih menurun dibandingkan dengan kerang

darah yang berukuran besar. Sehingga pada kerang darah yang berukuran sedang kemampuan menyerap logam berat lebih tinggi (Rudiyanti, 2009).



Gambar 2. 1 Kerang Darah (*Anadara granosa*)
Sumber: (WWF-Indonesia, 2015)

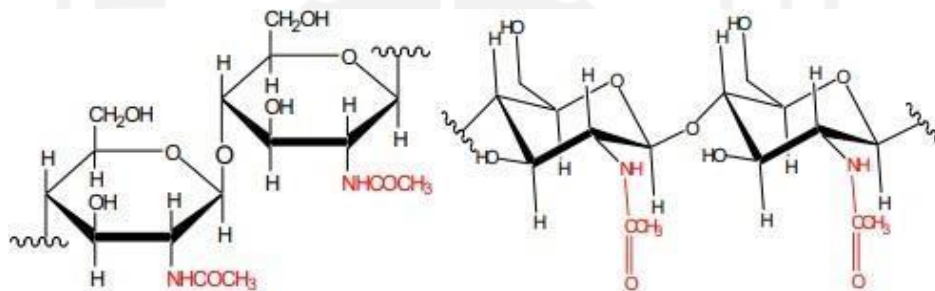
Cangkang kerang darah mengandung beberapa senyawa kimia seperti kitin, kalsium karbonat, kalsium hidrosiapatit dan kalsium fosfat (Masindi & Herdyastuti, 2017). Menurut Siregar (2009) kandungan pada cangkang kerang darah yaitu 66,70% CaCO_3 , 7,88% SiO_2 , 22,28 % MgO dan 1,25% Al_2O_3 . Penggunaan cangkang kerang sangat potensial dalam membantu mereduksi pada proses pengolahan air tanah yang mengandung besi (Fe), mangan (Mn) dan logam lainnya menjadi air bersih, karena adanya kalsium karbonat (Nurmaini et al, 2013).

2.2 Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) menjadi Kitosan

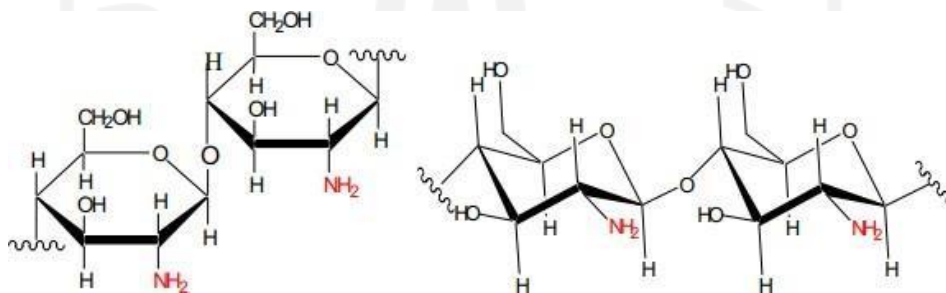
Kandungan kitin cangkang kerang darah dapat diolah menjadi kitosan. Kandungan kitin pada cangkang kerang darah sebesar 14-35% sehingga berpotensi untuk dijadikan kitosan (Masindi & Herdyastuti, 2017). Pada kitosan cangkang kerang darah rendemen hasil proteinasi rata-rata menghasilkan 71,92%. rendemen hasil demineralisasi mempunyai rata-rata 30,78% dari hasil deproteinasi. Rendemen yang diperoleh hasil dari hasil destilasi rata-rata 87,96% dari hasil demineralisasi (Cakasana et al, 2014).

Kitosan merupakan suatu polimer yang terdiri dari monomer glukosamin dengan ikatan $\beta - 4$. Ketika gugus asetil pada kitin tersubstitusi oleh hidrogen menjadi gugus amina maka terbentuk kitosan yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 (Fernandez et al, 2008). Tahapan isolasi kitosan terdiri dari deproteinasi,

demineralisasi dan deasetilasi. Deproteinasi yaitu proses pemisahan ikatan antara kitin dengan protein (kitinoprotein). Secara kimiawi deproteinasi menggunakan basa natrium hidroksida, sedangkan deproteinasi secara biologi dilakukan dengan penambahan enzim. Sedangkan demineralisasi yaitu proses untuk menghilangkan garam mineral pada cangkang dengan penambahan asam klorida (Masindi & Herdyastuti, 2017). Kemudian deasetilasi yaitu proses menghilangkan gugus asetil menggunakan basa kuat NaOH sehingga terbentuklah gugus NH_2 yang berikatan dengan polimer kitin membentuk senyawa yang disebut dengan kitosan (Mekawati & Sumardjo, 2000).



Gambar 2. 2 Struktur Kitin
Sumber: (Kusumaningsih et al, 2004)



Gambar 2. 3 Struktur Kitosan
Sumber: (Kusumaningsih et al, 2004)

Pada gambar 2.3 kitosan mengandung gugus amino, yang dalam rantai karbonnya bermuatan positif, sehingga dalam keadaan cair tingkat sensitif terhadap kekuatan ion tinggi (Killay, 2013). Kitosan tidak dapat larut dalam larutan dengan kondisi netral dan basa tetapi larut dalam asam-asam organik

(Arief et.al., 2012). Letak perbedaan struktur antara kitin dan kitosan yaitu pada kitin setiap cincin molekul kitin terdapat gugus asetil ($-\text{CH}_3\text{-CO}$) sedangkan pada kitosan pada atom karbon kedua terdapat gugus amina ($-\text{NH}$). Keberadaan gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimer mengakibatkan kitosan sangat efektif mengadsorpsi kation logam berat maupun kation dari zat-zat organik (protein dan lemak) (Pratiwi, 2014).

2.3 Besi dan Mangan dalam Air

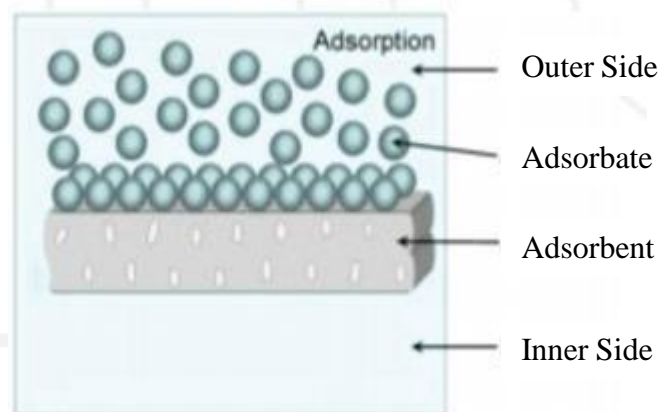
Sumber utama air bersih bagi masyarakat pedesaan maupun perkotaan salah satunya adalah air sumur (Chandra, 2006). Masyarakat di berbagai daerah tak jarang menghadapi permasalahan air seperti tingginya kadar Fe dan Mn yang menyebabkan kualitas air secara fisik menurun, air menjadi keruh dan berbau. Besi dan mangan dalam air umumnya memiliki valensi dua, yang cukup jarang ditemukan karena keduanya mudah untuk bergabung dengan senyawa lain yang mengandung oksigen dan sulfur membentuk senyawa kompleks yang lebih sulit untuk dioksidasi (Kasjono et al, 2011).

Besi (Fe) yang terkandung dalam air ketika dikonsumsi dapat menimbulkan rasa mual. Selain itu, dalam dosis besar dapat merusak dinding usus, hingga menyebabkan kematian. Selain itu kadar Fe yang melebihi ambang batas akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit (Joko, 2010). Sedangkan mangan (Mn) merupakan mikronutrien bagi tubuh seluruh makhluk hidup, namun dalam dosis tinggi dapat mengakibatkan toksisitas pada sistem syaraf pusat (Kurniawati et al, 2017).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Air Minum, bahwasanya kadar maksimum yang diperbolehkan untuk kadar Fe sebesar 0,3 mg/L dan untuk Mn sebesar 0,4 mg/L. Air sumur yang mengandung Fe dan Mn melebihi kadar akan memberikan berbagai dampak bagi kondisi fisik air, gangguan pada perpipaan akibat Fe yang bersifat korosif, dan gangguan kesehatan pada manusia. Oleh karena itu, air sumur perlu untuk diuji dan diolah untuk dapat menurunkan kadar Fe dan Mn.

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah salah satu proses pengolahan untuk menghilangkan senyawa yang dapat menyebabkan bau, rasa, atau warna diakibatkan oleh kandungan bahan organik dalam air, pestisida, produk samping desinfeksi, dan organik sintetis dengan menggunakan adsorben (Masduqi & Assomadi, 2012). Proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair disebut dengan adsorpsi. Permukaan adsorben yang padat akan mengikat bahan pencemar melalui gaya tarik yang ada pada permukaan hingga terpisah ditunjukkan pada Gambar 2.4. Permukaan pori-pori dalam butir adsorben menjadi tempat dimana adsorpsi terjadi (Nursyamsi et al, 2011). Proses transfer massa logam dari cairan ke dalam pori-pori adsorben yaitu: (a) perpindahan massa dari cairan ke permukaan butir, (b) difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori, (c) perpindahan massa dari cairan dalam pori ke dinding pori, dan (d) adsorpsi pada dinding pori (Kwartiningsih et al, 2005).



Gambar 2. 4 Proses Adsorpsi
Sumber: (Sharma & Saini, 2016)

2.4.1 Jenis Adsorpsi dan Faktor Adsorpsi

Adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan gaya interaksi yang terjadi antara adsorben dan adsorbat. Pertama adalah adsorpsi fisik yang terjadi akibat gaya *van der waals*, ikatan hidrogen, dan interaksi *dipole* (Ahmed, 2012). Terjadinya adsorpsi fisik apabila gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya. Sedangkan adsorpsi kimia yaitu adsorpsi yang terjadi akibat

adanya reaksi antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben dan terbentuknya ikatan kimia yang umumnya bersifat tidak bolak balik. Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu (Armenante, 1999):

1. Kecepatan dan waktu pengadukan
2. Luas Area dan ukuran partikel adsorben
3. Kelarutan Adsorbat
4. Ukuran molekul adsorbat
5. pH
6. Temperatur

Faktor-faktor tersebut menjadikan adsorpsi memiliki spesifikasi dalam kemampuan menyisihkan berbagai bahan pencemar.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan pemanfaatan biomassa sebagai adsorben. Penelitian terdahulu digunakan sebagai referensi untuk melaksanakan penelitian ini. Berikut ini tabel 2.1 terkait dengan penelitian terdahulu.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Lingkup Penelitian	Hasil
1.	Efektivitas Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>) sebagai Media Adsorben Logam Cu (II) dalam Air (Khan, 2016).	Penelitian dilakukan dengan: <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi limbah buatan 10 mg/L • Waktu kontak = 120 menit • pH = 7 • Adsorben = Cangkang kerang darah (tanpa aktivasi dan teraktivasi) 	Penyisihan Cu (II) mencapai 98,98% (adsorben tanpa aktivasi) dan 50,28% (adsorben teraktivasi) pada pH 7.
2.	Limbah Cangkang Kerang Temberungan	Penelitian dilakukan dengan:	Kemampuan kapasitas adsorpsi sebelum dan

	<p>(<i>Telescopium telescopium</i>) sebagai Adsorben Logam Berat besi (Fe^{2+}) (Hutapea et al, 2019).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi limbah buatan 40 mg/L • Waktu kontak = 60 dan 30 menit • pH = 7 • Adsorben = Cangkang kerang temberungan (tanpa aktivasi dan teraktivasi) 	<p>sesudah aktivasi berturut-turut 11,07899 mg/gr dan 459,3038 mg/gr.</p>
3.	<p><i>Adsorption Zn (II) on Blood Cockle Shells (Anadara granosa)</i> (Wahyudianto & Masduqi, 2019).</p>	<p>Penelitian dilakukan dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi sampel 100 mg/L • Waktu kontak = 6 jam • Massa adsorben = 0,1-0,5 gram • Adsorben = Cangkang kerang darah 	<p>Kemampuan kapasitas adsorpsi mencapai 200 mg/g dengan aktivasi pemanasan pada suhu 550°C. Dosis optimum yang didapat yaitu 0,3 g/100 mL Zn^{2+}.</p>
4.	<p><i>Removal of Cadmium Ions from Aqueous Solutions Using Acid-Activated Cockle Shell Powder</i> (Anh et al, 2020).</p>	<p>Penelitian dilakukan dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi sampel kadmium 600-1000 mg/L • Waktu kontak = 30-90 menit • Dosis adsorben = 0,5 - 1,5 g/L • Adsorben = Cangkang kerang darah 	<p>Efektivitas adsorpsi optimum pada kondisi konsentrasi sampel 950 mg/L, waktu kontak 85,12 menit, dan dosis 1,59 g/L dengan persentase 103,34%.</p>
5.	<p>Pemanfaatan Kitosan</p>	<p>Penelitian dilakukan</p>	<p>Efektivitas dari dosis</p>

	<p>sebagai Adsorben Ion Logam Fe pada Air Gambut yang akan Digunakan sebagai Air Minum (Karelius, 2012).</p>	<p>dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi sampel Fe 0,722 mg/L • Waktu kontak = 60 menit • Dosis adsorben = 0,5 g; 1 g; 1,5 g; 2 g • Volume sampel = 100 mL • Adsorben = Cangkang kulit dan kepala udang 	<p>optimum kitosan sebanyak 1,5 gram sebagai adsorben sebesar 92,65% .</p>
6.	<p>Pemanfaatan Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Pb pada Perairan yang Tercemar Minyak Bumi (Rosema et al, 2021).</p>	<p>Penelitian dilakukan dengan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi sampel Pb 2,603 mg/L • Waktu kontak = 60 menit • Konsentrasi adsorben = 5% ; 10 %; 15%; 20% • Volume sampel = 100 mL • Adsorben = Cangkang rajungan (<i>Portunus pelagic</i>) 	<p>Dosis optimum kitosan komersial pada konsentrasi 1%, kapasitas penyerapan 0,228 mg/g dan kapasitas penyerapan 87,870%. Sedangkan kitosan non-komersial dosis terbaik pada konsentrasi 1,5% dengan kapasitas penyerapan 0,143 mg/g dan kemampuan penyerapan 82,660%.</p>



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Waktu penelitian selama 5 bulan dimulai pada bulan Maret 2021 – Agustus 2021.

3.2 Alat dan Bahan

I. Alat

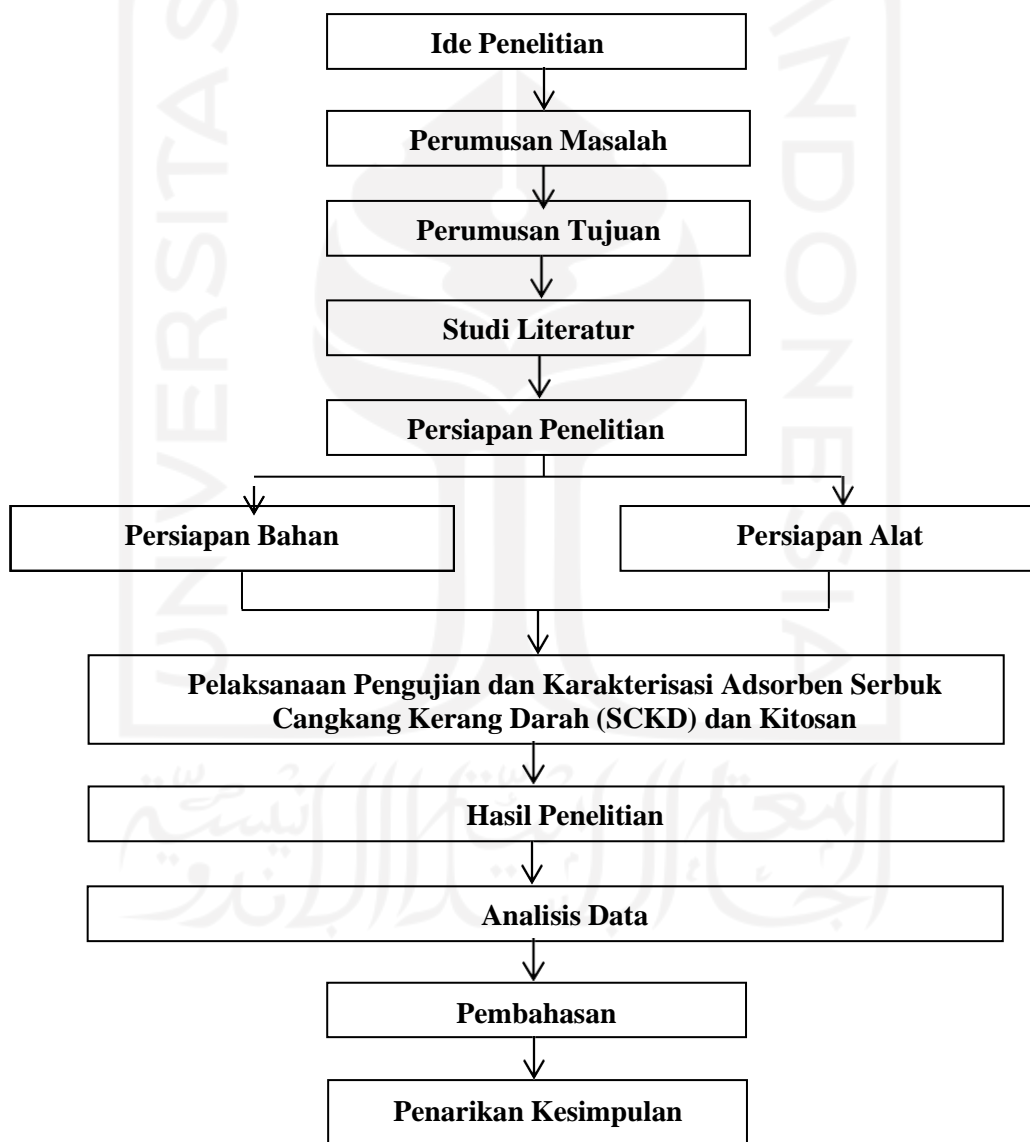
- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| a. Timbangan analitik | j. Erlenmeyer |
| b. Gelas beaker | k. <i>Magnetic stirrer</i> |
| c. Gelas ukur | l. <i>Orbital shaker</i> |
| d. Labu ukur | m. Corong kaca |
| e. pH meter | n. Kaca arloji |
| f. Pipet volume | o. Spatula |
| g. Pipet tetes | p. Oven |
| h. Karet hisap | q. SSA |
| i. Kertas saring whatmann | r. pH universal |

II. Bahan

- a. Sampel air sumur
- b. Serbuk cangkang kerang darah (SCKD)
- c. Larutan HCl
- d. Larutan NaOH
- e. Larutan standar Fe
- f. Larutan standar Mn
- g. Aquades
- h. HNO₃

3.3 Prosedur Analisis Data

Pengumpulan data diperoleh dari hasil pengujian laboratorium dengan beberapa metode dan variabel yang telah disusun. Penelitian cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai adsorben alami akan menggunakan parameter logam besi (Fe) dan mangan (Mn) yang diukur dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala. Berikut ini pada Gambar 3.1 proses kerangka berpikir yang disusun untuk memudahkan dalam proses pengerjaan.



Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Persiapan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Menjadi Adsorben

Limbah cangkang kerang yang digunakan diambil dari limbah restoran *seafood*. Adapun langkah membuat limbah kerang darah menjadi serbuk untuk digunakan menjadi adsorben adalah menyiapkan cangkang kerang darah yang sudah dibersihkan dan dicuci kemudian dikeringkan. Untuk memastikan cangkang kerang darah telah hilang kadar airnya, maka pemanasan dilanjutkan dengan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Setelah itu cangkang kerang darah dihancurkan hingga menjadi serbuk menggunakan *grindmill*. Serbuk yang telah jadi selanjutnya diayak dengan ayakan 200 mesh dan 100 mesh. Serbuk yang tertahan pada ayakan tersebut kemudian dapat digunakan menjadi koagulan dan siap untuk dikarakterisasi.

3.4.2 Persiapan Kitosan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Menjadi Adsorben

Cangkang kerang darah yang akan dijadikan kitosan melalui aktivasi kimia terlebih dulu, dengan penambahan larutan kimia seperti NaOH dan HCl. Setelah menjadi kitosan cangkang kerang darah kemudian digunakan sebagai koagulan untuk air sumur. Berikut adalah tahapan pembuatan kitosan yang dilakukan. Sebanyak 50 gram serbuk limbah cangkang kerang darah ditambahkan NaOH 3% (1:6) kemudian dipanaskan di atas kompor menggunakan gelas beaker dengan suhu 85°C selama 30 menit, lalu dinginkan dan saring. Residu pada kertas saring dibilas hingga pH netral. Selanjutnya residu dikeringkan dengan oven suhu 80°C selama 5 jam. Proses tersebut dinamakan proses deproteinasi. Deproteinasi yaitu proses pemisahan ikatan antara kitin dengan protein (kitinoprotein). Secara kimiawi deproteinasi menggunakan basa natrium hidroksida, sedangkan deproteinasi secara biologi dilakukan dengan penambahan enzim. Tahapan berikutnya adalah demineralisasi yaitu proses untuk menghilangkan garam mineral pada cangkang dengan penambahan asam klorida (Masindi & Herdyastuti, 2017). Tahap demineralisasi yang menggunakan residu hasil deproteinasi (25 g)

dimasukkan dalam HCl 1,25 N (1:10) lalu dipanaskan pada suhu 75°C selama 1 jam, kemudian dinginkan dan saring. Bilas residu dengan aquades hingga pH netral. Residu kemudian dikeringkan dalam oven suhu 80°C selama 5 jam. Selanjutnya tahapan paling inti dari proses pembuatan kitosan adalah deasetilasi. Deasetilasi yaitu proses menghilangkan gugus asetil menggunakan basa kuat NaOH sehingga terbentuklah gugus NH₂ yang berikatan dengan polimer kitin membentuk senyawa yang disebut dengan kitosan (Mekawati & Sumardjo, 2000). Residu dari tahapan sebelumnya (5 gram) direndam dengan NaOH 45% (1:20) kemudian dipanaskan dengan suhu 140°C selama 1 jam. Lalu dinginkan dan saring. Residu tersebut lalu dibilas dengan aquades hingga pH netral. Selanjutnya dikeringkan dalam oven 80°C selama 5 jam.

3.4.3 Pembuatan Sampel Larutan

Sampel air sumur diambil dari sumur PAM Rektorat UII. Sebanyak 5 liter air sumur diambil kemudian diawetkan sesuai SNI 6989.58:2008 hingga pH <2. Kemudian untuk pembuatan sampel larutan mangan, dibuat terlebih dulu larutan standar mangan (Mn) 1000 ppm dengan cara melarutkan MnSO₄ sebanyak 0,275 gram lalu dilarutkan dengan aquades dan dimasukkan ke labu ukur 100 mL hingga tanda tera kemudian dihomogenkan. Konsentrasi yang akan digunakan untuk sampel adalah 10 ppm yang diencerkan dari larutan standar Mn 1000 ppm (Sari et al, 2017). Selanjutnya untuk pembuatan sampel larutan besi (Fe) dibuat dari larutan standar Fe 1000 ppm yang diencerkan menjadi 10 ppm. Larutan induk Fe 1000 ppm diperoleh dari Fe₂SO₄.7H₂O 0,6800 gram besi sulfat yang dilarutkan ke dalam gelas beaker lalu dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda tera.

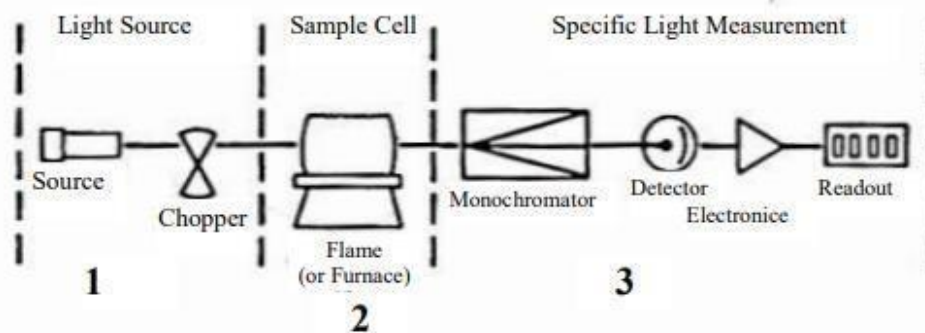
3.4.4 Karakterisasi Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Cangkang kerang darah sebelum digunakan sebagai adsorben untuk mengolah sampel yang disiapkan perlu untuk dikarakterisasi terlebih dulu. Tujuannya adalah untuk mengetahui struktur, kandungan dan morfologi dari cangkang kerang yang hanya dijadikan serbuk ataupun yang telah menjadi kitosan. Untuk karakterisasi menggunakan instrumen FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Setelah melewati pengolahan pun, cangkang kerang darah dikarakterisasi kembali untuk mengetahui perbedaan struktur, kandungan, dan morfologi pada cangkang ketika telah melalui pengolahan.

3.4.5 Pengujian Sampel dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)

Metode AAS digunakan untuk menganalisa konsentrasi logam pada sampel sebelum dan setelah diolah melalui proses adsorpsi. Pada AAS terjadi penyerapan energi oleh atom sehingga atom mengalami transisi elektronik dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi. Untuk proses absorpsi atom diperlukan sumber radiasi monokromatik dan alat untuk menguapkan sampel sehingga diperoleh atom dalam keadaan yang diinginkan. Penentuan logam Fe dan Mn total pada air dengan metode AAS sesuai dengan SNI 6989.4:2009 dan SNI 6989.5:2009 dengan menggunakan panjang gelombang 248,3 nm untuk logam Fe dan panjang gelombang 279,5 nm untuk logam Mn. Kisaran kadar yang dapat dideteksi mencapai 10 mg/L.



Gambar 3. 2 Cara Kerja Instrumen AAS

3.5 Pengujian Adsorben

3.5.1 Penentuan Massa Optimum SCKD dan Kitosan sebagai Adsorben terhadap Penyerapan Logam Fe dan Mn

Pada proses adsorpsi ini sebanyak masing-masing jenis sampel disiapkan sebanyak 5 buah di dalam erlenmeyer. Volume yang digunakan adalah 50 mL yang ditambahkan SCKD dan kitosan ke masing-masing sampel sebanyak 10 mg, 25 mg, 50 mg, 100 mg, dan 200 mg. Setelah itu diaduk menggunakan *orbital*

shaker selama 30 menit dan didiamkan selama 20 menit. Lalu disentrifugasi larutan dan sedimen yang tersaring di kertas saring di karakterisasi dengan FTIR dan SEM, sedangkan supernatant akan dianalisis untuk mengetahui konsentrasi logam Fe dan Mn menggunakan AAS.

3.5.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum SCKD dan Kitosan sebagai Adsorben terhadap Penyerapan Logam Fe dan Mn

Waktu kontak merupakan salah satu faktor adsorpsi. Variasi waktu kontak dilakukan setelah didapatkan massa optimum. Volume yang digunakan adalah 50 mL yang ditambahkan SCKD dan kitosan ke masing-masing sampel sebanyak 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Supernatant akan dianalisis untuk mengetahui konsentrasi logam Fe dan Mn menggunakan AAS.

3.5.3 Penentuan pH Optimum SCKD dan Kitosan sebagai Adsorben terhadap Penyerapan Fe dan Mn

Pengujian pH dilakukan dengan tiga variasi yaitu 5, 7, dan 9. Variasi pH dilakukan setelah didapatkan massa optimum dan waktu kontak optimum. Untuk pengaturan pH larutan yang ditambahkan adalah HNO₃ untuk larutan dengan pH di bawah 7 dan NaOH untuk larutan dengan pH di atas 7. Proses pengadukan menggunakan kecepatan putaran 150 rpm, setelah itu didapatkan pH optimum.

3.6 Hasil Penelitian

Hasil penelitian didapatkan dari tahapan pelaksanaan penelitian mengenai adsorpsi logam Fe dan Mn dalam air menggunakan SCKD dan kitosan menggunakan AAS, juga karakterisasi SCKD dan kitosan sebelum dan setelah pengolahan menggunakan SEM dan FTIR.

3.7 Analisis Data

Analisis data meliputi data-data mengenai perbandingan karakterisasi serbuk cangkang dan kitosan sebelum dan setelah dijadikan adsorben, kemudian massa optimum dan waktu kontak optimum yang dapat dicapai oleh adsorben untuk menurunkan kadar Fe dan Mn dilihat dari konsentrasi sebelum dan sesudah

proses adsorpsi dengan melihat efektivitasnya. Perhitungan efektivitas adsorpsi dalam penyisihan besi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Suprihatin & Indrasti, 2010).

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{C_o - C_a}{C_o} \times 100\% \quad (1)$$

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

C_a = konsentrasi akhir logam(mg/L)



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Umum

Penelitian dilakukan untuk mengetahui efektivitas adsorpsi dalam menurunkan kadar logam Fe dan Mn pada sampel air sintetis dan sampel air sumur. Sampel air sintetis dibuat dari larutan Fe dan Mn yang dibuat dengan kadar tertentu, untuk melihat kemampuan adsorben yang digunakan ketika kondisi kadar logam cukup tinggi. Sedangkan sampel air sumur diambil dari Sumur PAM UII, yang airnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di lingkungan UII. Dua jenis sampel tersebut akan melalui pengolahan air dengan adsorpsi. Proses pengolahan tersebut menggunakan adsorben alami berupa kitosan yang terbuat dari cangkang kerang darah. Karakteristik air sampel sebelum pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Karakteristik Air Sumur PAM UII

Parameter	X
Suhu (°C)	26,5
DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	259,3
pH	7,25
DO (ppm)	6

4.2 Karakterisasi Adsorben Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)

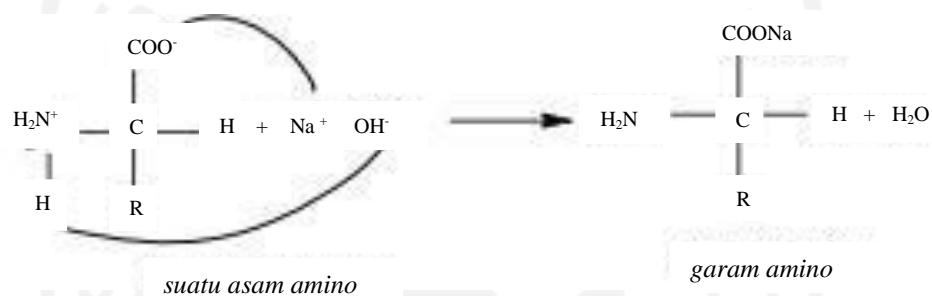
Adsorben terbuat dari cangkang kerang darah yang telah melalui proses pencucian menggunakan aquades, agar pH cangkang terjaga pada pH 7. Selain itu, cangkang dipanaskan dengan suhu 110°C yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air (Hsu, 2009). Proses berikutnya penumbukkan, dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 200 mesh dan 100 mesh, menghasilkan ukuran serbuk 0,074-0,14 mm. Serbuk yang tertahan pada ayakan tersebut kemudian dapat digunakan menjadi adsorben dan siap untuk dikarakterisasi.

Jenis adsorben kedua yang dibuat adalah kitosan. Tahapan dan jumlah

perbandingan yang digunakan pada pembuatan kitosan disesuaikan dengan kondisi dan ketersediaan bahan di lapangan.

a. Deproteinasi

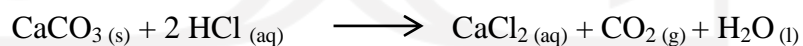
Pada proses deproteinasi terjadi proses pemutusan protein yang ada pada kitin. Larutan NaOH yang digunakan menjadi pereaksi sehingga protein pada kitin terlepas yang kemudian berikatan dengan ion Na⁺ menghasilkan natrium proteinat (Yuliusman & Adelina, 2010), selanjutnya reaksi dijelaskan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Proses deproteinasi

b. Demineralisasi

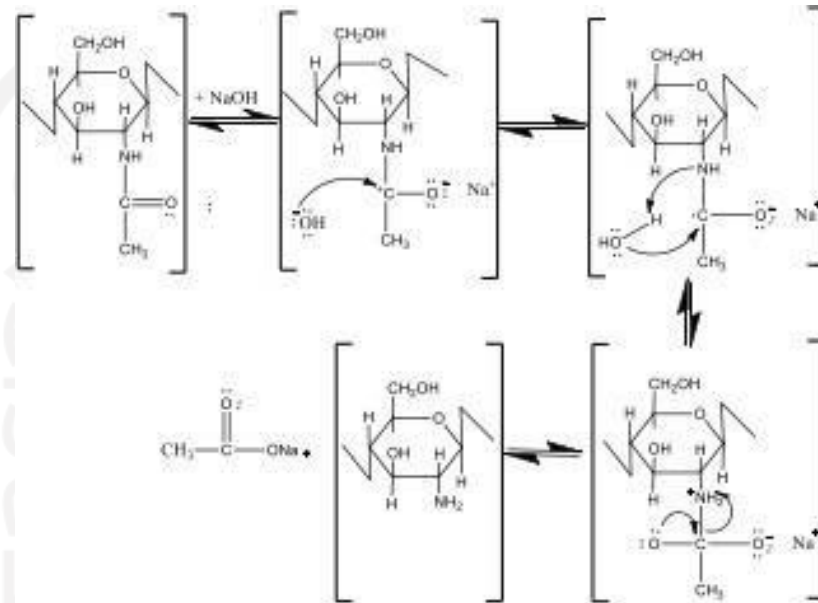
Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral pada cangkang kerang darah. Diindikasikan dengan adanya gelembung gas CO₂ pada saat penambahan larutan HCl pada bubuk cangkang kerang darah. Berikut ini reaksi yang terjadi pada proses demineralisasi (Kurniasih et al, 2011).



c. Deasetilasi

Proses deasetilasi ini merupakan proses penghilangan gugus asetil (-COCH₃) yang berada di gugus amina yang terikat pada kitin. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi hidrolisis. Dengan menggunakan larutan NaOH yang bertindak sebagai basa dan kitin dari cangkang kerang sebagai amida. Ikatan rangkap pada kitin akan terlepas menjadi C dengan muatan positif dan O muatan negatif. Kemudian OH⁻ pada NaOH akan berikatan dengan C positif dan Na⁺ akan berikatan dengan O dari NHCOCH₃. Elektron bebas -NH lalu berikatan dengan H dari OH sehingga menyebabkan delokalisasi elektron, -NH₂ akan mendapatkan

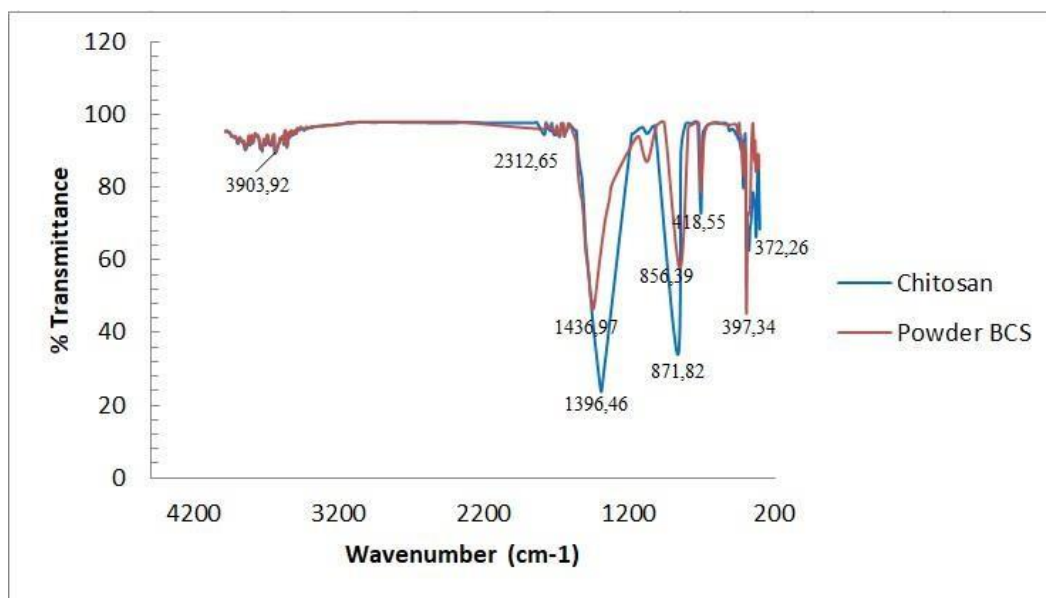
donor elektron dari C. Pada kondisi tersebut C menjadi kekurangan elektron, untuk mencapai kestabilan satu elektron pada O akan berikatan dengan C. Sehingga ikatan asetil dengan amida akan terputus dan membentuk gugus $-NH_2$. Berikut mekanisme deasetilasi pada Gambar 4.2 (Basuki & I.G.M, 2009).



Gambar 4. 2 Proses deasetilasi kitosan

4. 2.1 Karakterisasi FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Cangkang kerang darah dan kitosan akan dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk diketahui ikatan kimia dan gugus fungsinya. Adanya ikatan kimia tersebut direpresentasikan dalam bentuk puncak-puncak (*peak*). Prinsip kerja dari FTIR menggunakan prinsip spektroskopi inframerah dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk deteksi dan analisis hasil spektrum. Cara kerja dari FTIR adalah identifikasi zat-zat yang diukur, kemudian sinar inframerah akan terbagi menjadi dua berkas, satu dilewatkan melalui sampel dan lainnya dilewatkan melalui pembanding. Berikutnya masing-masing akan melewati *chopper* yang membentuk prisma, sehingga berkas akan jatuh pada detektor dan berubah menjadi sinyal listrik untuk direkam rekorder (Pambudi et al, 2017). Berikut ini merupakan pembacaan grafik FTIR (SCKD) dan kitosan sebelum menjadi adsorben yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



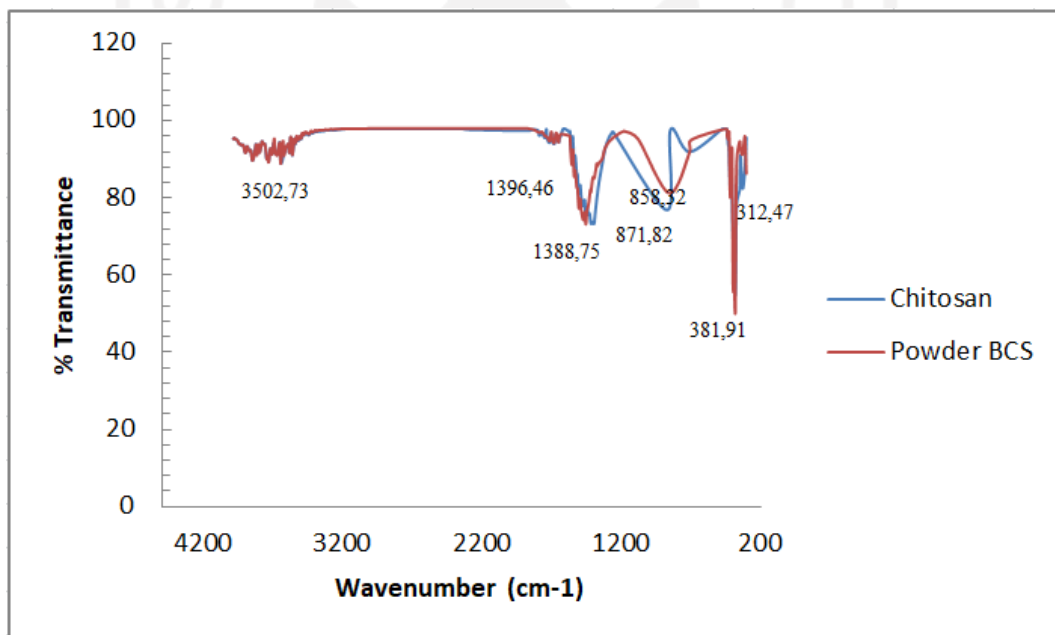
Gambar 4. 3 Hasil Uji FTIR SCKD dan Kitosan Sebelum Menjadi Adsorben

Berdasarkan hasil uji FTIR pada gambar 4.3 menunjukkan adanya pita serapan pada bilangan gelombang (cm^{-1}) dan persen (%) transmittan. Area pembacaan yang berguna untuk mengenal struktur senyawa berada antara $10.000 - 400 \text{ cm}^{-1}$. Untuk dapat mengetahui hasil FTIR terdapat dua cara untuk menganalisisnya. Yaitu analisis kualitatif dan kuantitatif dengan *infra red* (IR). Analisis kualitatif berguna untuk mengklasifikasi seluruh area ke dalam tiga atau empat area yang lebar. Area puncak yang berada pada kisaran $1500-1700 \text{ cm}^{-1}$ merupakan area sidik jari dimana terdapat sedikit perbedaan dalam struktur dan susunan molekul yang memungkinkan puncak distribusi adsorpsi berubah.

Tabel 4. 2 Interpretasi Gugus Fungsi SCKD dan Kitosan Sebelum Digunakan

Puncak	SCKD (cm^{-1})	Kitosan (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})
A	856,39	871,82	$-(\text{CH}_2)_n$	666-900
B	1536,97	1596,46	N-H (Amina)	1575-1667
C	2312,65	2312,65	CEN (Alkilnitril)	2240-2360
D	3603,92	3603,92	O-H (Hidroksil)	3580-3650

Analisis kuantitatif pada hasil FTIR tersebut pada bilangan gelombang 3649,32 cm^{-1} terdapat gugus $-\text{OH}$ yang pada pita serapan ini dapat terjadi ikatan antara ion logam dengan gugus $-\text{OH}$ melalui ikatan hidrogen dan gaya *Van der Waals*. Hal ini yang menyebabkan serbuk cangkang dan kitosan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Berikutnya pada bilangan gelombang 1635,64 cm^{-1} terdapat gugus $\text{C}=\text{O}$ dan pada bilangan gelombang 3446,79 cm^{-1} terdapat gugus $-\text{NH}_2$ yang berfungsi untuk mengikat logam. Pada bilangan gelombang kitosan puncak terendah berada di 1396,46 cm^{-1} dan serbuk cangkang berada di 1436,97 cm^{-1} yang umumnya terdapat gugus alkana (C-H) seperti C-Cl , C-O , C-N , C-C . Scissoring CH_2 dan CH_3 di daerah 1450-1470 cm^{-1} , rocking CH_3 terjadi pada kurang lebih 1370-1380 cm^{-1} (Kristianingrum, 2001). Hasil FTIR selanjutnya dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Hasil Uji FTIR SCKD dan Kitosan Setelah Menjadi Adsorben

Analisis kualitatif berguna untuk mengklasifikasi seluruh area ke dalam tiga atau empat area yang lebar. Area puncak yang berada pada kisaran 300-500 cm^{-1} dan area 800-1400 cm^{-1} merupakan area sidik jari dimana terdapat sedikit perbedaan dalam struktur dan susunan molekul yang memungkinkan puncak distribusi adsorpsi berubah. Analisis kuantitatif pada hasil FTIR tersebut pada

bilangan gelombang 3502,73 cm^{-1} terdapat gugus $-\text{OH}$ yang pada pita serapan ini dapat terjadi ikatan antara ion logam dengan gugus $-\text{OH}$ melalui ikatan hidrogen dan gaya *Van der Waals*. Hal ini yang menyebabkan serbuk cangkang dan kitosan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Berikutnya pada bilangan gelombang 1388,75 cm^{-1} terdapat gugus $\text{C}=\text{O}$ dan pada bilangan gelombang 3587,6 cm^{-1} terdapat gugus $-\text{NH}_2$ yang berfungsi untuk mengikat logam. Pada bilangan gelombang kitosan puncak terendah berada di 1396,46 cm^{-1} dan serbuk cangkang berada di 1396,46 cm^{-1} yang umumnya terdapat gugus alkana (C-H) seperti C-Cl, C-O, C-N, C-C. *Scissoring* CH_2 dan CH_3 di daerah 1450-1470 cm^{-1} , *rocking* CH_3 terjadi pada kurang lebih 1370-1380 cm^{-1} (Kristianingrum, 2001). Pada puncak-puncak tersebut terdapat gugus alkana (C-H) bentuk bending. Perbedaan antara kondisi serbuk dan kitosan setelah digunakan menjadi adsorben adalah grafik puncak yang lebih semakin kecil rentangnya dibandingkan dengan sebelumnya. Hal tersebut dapat dilihat dari persen transmisi yang menunjukkan gugus fungsi pada adsorben yang digunakan semakin sedikit.

Tabel 4. 3 Interpretasi Gugus Fungsi SCKD dan Kitosan Setelah Digunakan

Puncak	SCKD (cm^{-1})	Kitosan (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})
A	871,82	858,32	-C- NO_2	666-900
B	1396,46	1388,75	N-H (Amina)	1575-1667
C	3502,73	3502,73	O-H (Hidroksil)	3580-3650

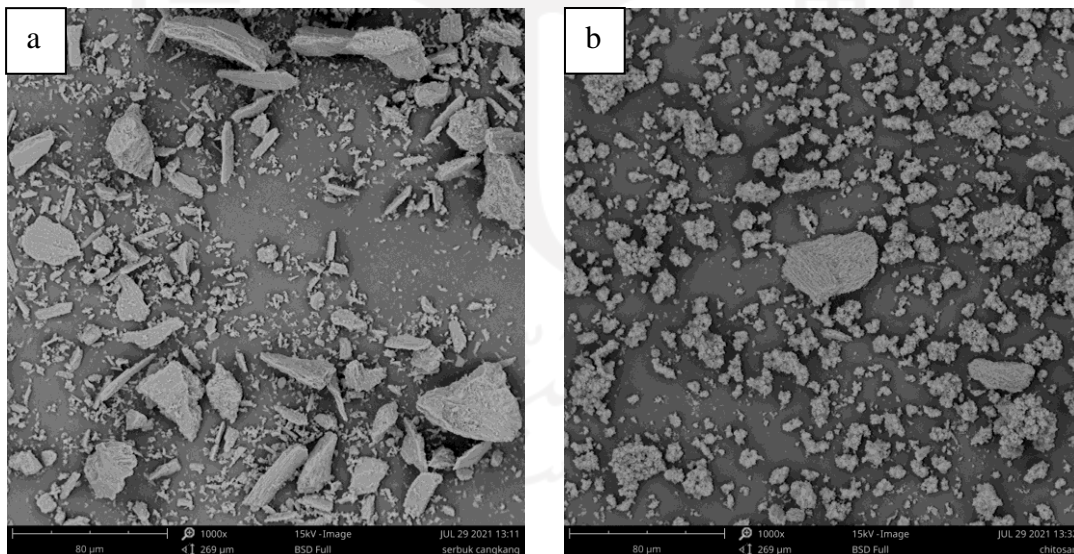
Pergeseran bilangan gelombang setelah SCKD dan kitosan setelah digunakan sebagai adsorben pada daerah serapan SCKD dan kitosan vibrasi rentang N-H nilainya menurun diakibatkan oleh terjadinya pemutusan ikatan hidrogen dalam molekul pada SCKD maupun kitosan sehingga bilangan gelombang menjadi lebih pendek dan bergeser ke kiri (Dompai et al, 2017). Penurunan bilangan gelombang ini mengindikasikan jika SCKD dan kitosan mampu menyerap kandungan logam pada sampel, sehingga terjadi pergeseran-pergeseran gugus fungsi. Perbedaan puncak antara adsorben SCKD dan kitosan

sebelum dan sesudah pada gugus fungsi O-H dikarenakan adanya karbonisasi, sehingga gugus O-H akan terprotonisasi akibat pelepasan kation H^+ (Rahmansyah et al, 2017).

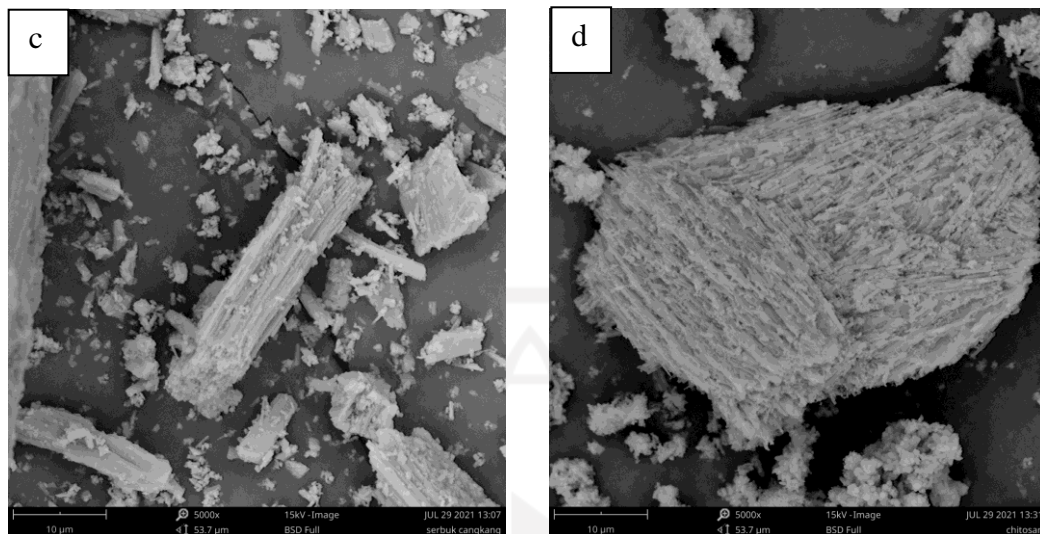
4.2.2 Karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Karakterisasi menggunakan instrumen SEM digunakan untuk melihat porositas, morfologi, dan komposisi material nano (Febrian et al, 2015). Adapun prinsip kerja dari SEM yaitu (Wijayanto & Bayuseno, 2014):

- (a) Sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron lalu dipercepat dengan anoda,
- (b) Lensa magnetik memfokuskan elektron ke arah sampel,
- (c) Sinar elektron yang terfokus memindai keseluruhan sampel yang ditunjukkan ke koil pemindai,
- (d) Ketika elektron mengenai sampel, maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT).



Gambar 4. 5 Bentuk dan Persebaran pada perbesaran 1000 kali (a) SCKD, (b) Kitosan



Gambar 4. 6 Bentuk Permukaan pada perbesaran 5000 kali (c) SCKD, (d) Kitosan.

Hasil dari karakterisasi SEM adalah bentuk persebaran dan morfologi dari SCKD dan kitosan. Pada SCKD terlihat persebaran dengan ukuran partikel yang sedikit terlihat kurang seragam, terlihat serat dan berongga, bentuknya cenderung memanjang dan tajam seperti kepingan. Sedangkan untuk karakter dari kitosan terlihat persebaran yang cukup seragam dengan bentuk dari kitosan terlihat menggumpal, serat lebih terlihat, bentuknya cenderung bulat. Perbedaan karakter tersebut disebabkan perlakuan yang berbeda antara serbuk cangkang yang hanya dipanaskan saja dengan kitosan yang melalui proses pemanasan dan penambahan bahan kimia, sehingga pada kitosan partikel yang tidak stabil setelah terpecah kembali dalam emulsi larutan dan terjadi gumpalan (Xu & Du, 2003). Proses pembuatan kitosan diberi penambahan larutan asam HCl sehingga mampu untuk mengubah struktur permukaan cangkang. Keberadaan CaCO_3 pada cangkang akan terlarut dalam asam sehingga permukaan terlihat lebih halus dibanding sebelumnya yang memiliki bentuk seperti prisma (Wahyudianto, 2016). Sedangkan pemanasan yang dilakukan pada serbuk membantu ukuran butiran adsorben menjadi lebih kecil, yang memungkinkan permukaan adsorben menjadi lebih luas dan meningkatkan kapasitas adsorpsi. Keberadaan rongga yang terlihat

pada serbuk dan kitosan dimungkinkan untuk menjadi tempat mengadsorpsi ion logam pada sampel.

4.3 Penurunan Kadar Fe dan Mn

4.3.1 Massa Optimum

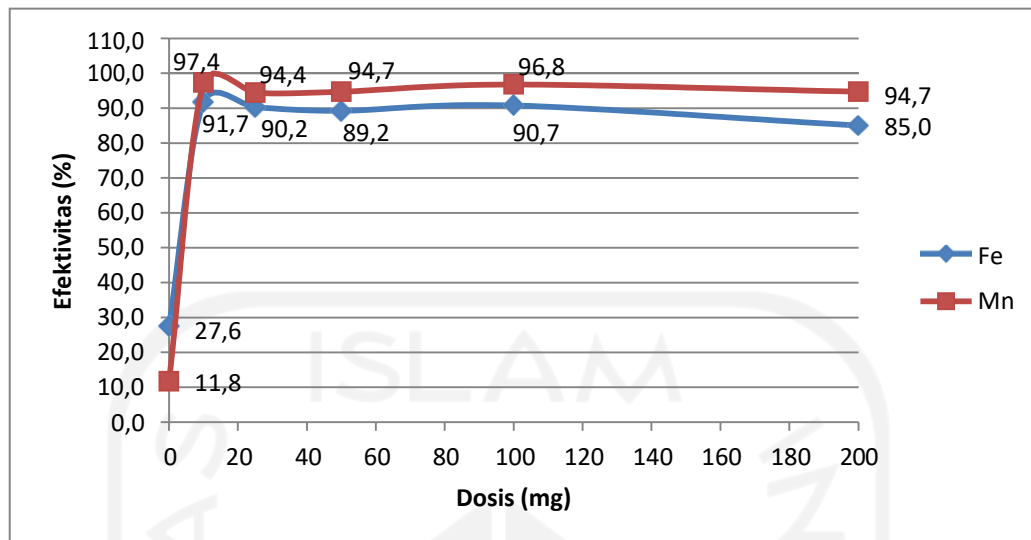
Pengujian kadar Fe dilakukan sebelum dan sesudah pengolahan. Menggunakan tiga jenis sampel berbeda yaitu air sumur dan larutan baku dan larutan baku Mn. Diketahui dari hasil uji AAS bahwa kadar Fe dan Mn pada air sumur berturut-turut sebesar 0,399 mg/L dan 0,340 mg/L. Sampel air sumur akan diolah dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben dari SCKD dan kitosan. Untuk mengetahui efektivitas tersebut diperlukan kondisi tertentu agar didapatkan efektivitas yang spesifik dan tidak berdampak negatif pada lingkungan.

Tabel 4. 4 Konsentrasi Sampel Sebelum Adsorpsi

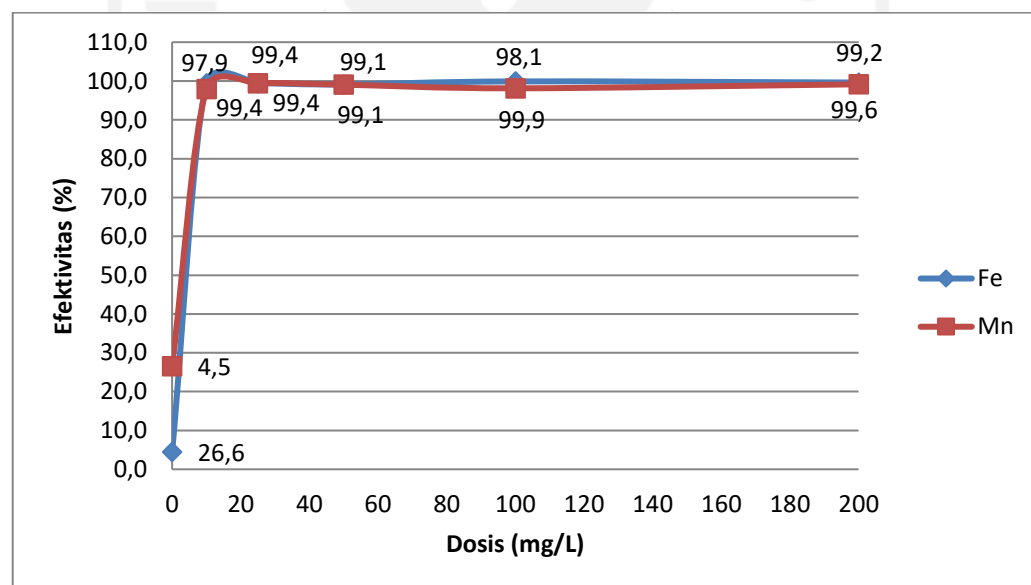
Sampel Kandungan	Air Sumur	Larutan buatan	Baku Mutu*
Fe (mg/L)	0,399	10,208	0,3
Mn (mg/L)	0,340	10,69	0,4

*Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/Menkes/Per/IV/2010

Pertama dilakukan pengujian massa optimum dengan membubuhkan adsorben alami (SCKD dan kitosan). Sebelum proses adsorpsi berlangsung, pH awal sampel air diukur terlebih dulu, untuk memastikan pH sampel tidak berubah dari kondisi sebelumnya dan sebagai acuan setelah adsorpsi berlangsung ada atau tidaknya perubahan pada pH. Kondisi pH sebelum pengujian ditetapkan pada pH 7. Kemudian diaduk menggunakan *orbital shaker*, lalu disentrifugasi larutan dan sedimen yang tersaring di kertas saring di karakterisasi dengan FTIR dan SEM, sedangkan supernatant akan dianalisis untuk mengetahui konsentrasi logam Fe dan Mn menggunakan AAS. Melalui proses tersebut akan didapatkan massa optimum dari adsorben dari data hasil percobaan ini.



Gambar 4. 7 Efektivitas SCKD pada Air Sumur



Gambar 4. 8 Efektivitas SCKD pada Larutan Fe 10 ppm dan Larutan Mn 10 ppm

Pada tabel yang disajikan tersebut, menunjukkan bahwa cangkang kerang darah dan kitosan mampu untuk mengadsorpsi logam Fe dan Mn dengan perbandingan massa yang berbeda. Namun, menandakan bahwa data massa tersebut pengaruhnya sangat sedikit terhadap efektivitas adsorpsi. Meskipun begitu, pada air sumur bisa dilihat persentase efektivitas adsorben tertinggi ada

pada massa 10 mg dengan efektivitas untuk penurunan logam Fe 91,7% dan efektivitas untuk penurunan logam Mn 97,4%. Sedangkan untuk sampel larutan baku Fe efektivitas adsorben tertinggi ada pada massa 100 mg dengan efektivitas 99,9%. Terakhir untuk efektivitas adsorben tertinggi pada larutan baku berada di massa 25 mg dengan efektivitas 99,4%. Proses adsorpsi yang sudah melewati titik jenuh ditandai dengan jumlah ion logam yang diadsorpsi semakin berkurang, dan kemungkinan logam yang telah diberi perlakuan pengolahan tidak akan berkurang kadarnya (Wijayanti et al, 2018).

Pada hasil percobaan adsorpsi menggunakan SCKD menunjukkan bahwa dosis massa yang ditambahkan tidak mengubah efektivitas secara signifikan dan grafik menjadi stabil. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wahyudianto dan Masduqi (2019) dengan jenis adsorben yang sama untuk menurunkan kadar Zn^{2+} menunjukkan hasil yang sama. Hal tersebut terjadi akibat adsorbat telah banyak diserap oleh permukaan adsorben, sehingga penambahan massa yang lebih banyak tidak berpengaruh pada efektivitas adsorpsi.

Penggunaan kitosan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Fe dan Mn dalam penelitian ini belum dapat diuji secara mendalam. Sehingga pembahasan ini akan mengacu pada data dari penelitian terdahulu. Kitosan yang bertindak sebagai adsorben mampu mengikat logam menggunakan prinsip adsorpsi. Sampel air yang mengandung logam apabila direaksikan dengan kitosan pada gugus fungsi amina maka dapat berubah menjadi koloid. Koloid ini yang dianggap sebagai flok. Sebagai salah satu contoh elektrolit, kitosan bertindak mendorong proses flokulasi berlangsung dalam media cair. Logam-logam dalam air merupakan partikel bermuatan positif lalu kitosan yang merupakan polielektrolit bermuatan negatif akan menimbulkan reaksi mengarah pada penghilangan gradien dan membentuk senyawa produk yang tidak bermuatan (Widyanti, 2009).

Pada dasarnya prinsip dari kitosan cangkang kerang sama karena adanya perubahan struktur kitin menjadi kitosan sehingga memiliki gugus aktif amina (NH_2) yang dapat mengikat ion-ion logam. Perbedaan yang mempengaruhi kemampuan cangkang kerang tersebut terletak dari kandungan karbohidrat, protein, kalsium, magnesium dan silikat yang menentukan seberapa besar struktur

kitosan yang terbentuk serta perlakuan dalam pembuatannya. Mengacu pada penelitian Lubis dan Usman (2012) yang menggunakan kitosan cangkang kerang bulu (*Anadara inflata*) mampu untuk mereduksi kandungan Fe dan Mn pada air sungai. Konsentrasi kitosan yang digunakan adalah 1, 3, 5, 7, 9 g/L dengan waktu pengendapan 8 jam. Konsentrasi awal Fe dari sampel air sungai sebesar 0,47 mg/L dan Mn sebesar 0,20 mg/L. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan variasi konsentrasi secara berturut-turut menghasilkan konsentrasi Fe 0,77; 0,44; 0,39; 0,19; 0,09 mg/L dan konsentrasi Mn 0,03; 0,04; 0,04; 0,02; 0,007 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka kemampuan kitosan semakin tinggi. Peningkatan tersebut disebabkan oleh sifat polikationik yang meningkat sehingga interaksi kitosan dengan adsorbat semakin tinggi. Variasi konsentrasi kitosan yang semakin tinggi pada pengolahan berhubungan juga erat dengan keelektronegatifan gugus hidroksil yang dapat meningkatkan pH air. Molekul primer pada kitosan akan bersentuhan dengan partikel koloid yang ada pada sampel air, mengakibatkan gugusnya akan teradsorpsi dan sisanya akan menetap dalam larutan sampel (Suptijah et al, 2008).

4.3.2 Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu optimum adsorben adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi efektivitas dan kapasitas adsorpsi. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 15, 30, 60, 90, dan 120 menit. Proses pengujian waktu kontak menggunakan massa optimum yang telah ditentukan sebelumnya. Kondisi pH pengujian ditetapkan pada pH 7. Namun hasil dari pengujian ini belum didapatkan hasil mendalam, sehingga pembahasan ini akan mengacu pada penelitian terdahulu.

Penelitian yang dilakukan oleh Aszahra (2016) dalam memanfaatkan cangkang kerang darah sebagai adsorben untuk menurunkan logam Cu menggunakan variasi waktu kontak yang sama pada penelitian ini. Data variasi waktu kontak didapat setelah data hasil variasi pH. Sehingga pH yang ditetapkan adalah pada pH 7. Diketahui bahwa waktu kontak dengan persentase removal tertinggi selama 120 menit. Pada kondisi ini efektivitas waktu kontak yang

digunakan, memiliki sedikit selisih yang menunjukkan jika adsorben tersebut hampir mencapai titik jenuhnya. Sehingga penambahan waktu kontak tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap efektivitas adsorpsi. Namun pada jangka variasi waktu yang ditentukan, dapat dinyatakan efektivitasnya sangat baik.

Adsorben akan berinteraksi dan berikatan dengan adsorbat hingga mencapai titik jenuh. Kejenuhan tersebut terjadi karena daya serap adsorben sudah bekerja secara optimal (Syafrianda et al, 2017). Ketika melewati batas waktu optimum, nilai persen removal bisa tetap atau bahkan menurun. Jika terjadi penurunan efisiensi, kemungkinan besar diakibatkan oleh adsorben yang melepaskan adsorbat kembali ke dalam sampel.

4.3.3 pH optimum

Pengujian pH optimum dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap efektivitas SCKD dan kitosan untuk menurunkan logam Fe dan Mn. Menggunakan variasi pH 5, 7, dan 9 dianggap mewakili rentang pH antara asam, netral dan basa. Penentuan Namun hasil dari pengujian ini belum didapatkan hasil mendalam, sehingga pembahasan ini akan mengacu pada penelitian terdahulu.

Untuk mengetahui pH optimum dari penggunaan SCKD mengacu pada literatur yang dilakukan oleh Aszahra (2016) yang menggunakan SCKD sebagai adsorben untuk menurunkan logam Cu (II). Pada penelitian tersebut pH yang digunakan adalah 4, 5, 6, 7, 8, dan 9. Hasil penelitian tersebut menunjukkan peningkatan efektivitas tinggi pada pH 7 dengan nilai removal mencapai 98,98%, sedangkan pada pH 8 dan 9 berada pada titik stabil pada angka 99%. Penentuan pH dipengaruhi oleh konsep dasar mengenai pH yaitu protonasi dan deprotonasi. Kondisi pH asam ion H^+ pada adsorben akan mengalami protonasi sehingga sangat reaktif terhadap anion. Namun kehadiran ion OH^- gugus adsorben terdeprotonasi sehingga terdapat muatan negatif yang juga reaktif terhadap logam dalam bentuk kation (Tangio, 2013). Data hasil menunjukkan jika proses penyerapan bekerja optimum pada pH 6, 7, dan 8. Karena pada pH asam gugus fungsi negatif akan mengalami reaksi dengan H^+ yang menghalangi penyerapan

ion logam. Kemudian pada pH 9 diketahui bahwa SCKD akan mengendap dan tidak bereaksi untuk menyerap logam dalam larutan sampel.

Pembahasan terkait kemampuan kitosan dalam variasi pH pada penelitian yang dilakukan oleh Pitriani (2010) yang menggunakan kitosan cangkang kerang rajungan untuk penyerap ion Fe dan Mn, membahas terkait variasi pH kitosan pada kondisi asam. Hal tersebut dikarenakan terdapat gugus amina pada kitosan yang mempunyai sepasang elektron bebas pada atom N. Gugus amina akan bertindak sebagai basa lewis dengan mendonorkan pasangan elektronnya, yang mengakibatkan pH rendah/asam akan memungkinkan terdapat banyak ion H^+ yang tertarik pada NH_2 sehingga membentuk NH_3 . Kondisi mengakibatkan ion H^+ berjumlah besar yang menyebabkan persaingan antara ion logam dengan ion H^+ tersebut untuk menempati sisi aktif gugus amina. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ruswanti & Lusiana (2007) yang menggunakan kitosan sebagai adsorben dari cangkang rajungan untuk menurunkan logam Fe dan Mn menyatakan pH optimum berada pada pH 3. Dikarenakan kondisi asam kitosan memiliki reaktivitas kimia yang tinggi dan menyebabkan sifat polielektrolit kation yang berperan dalam penukaran ion.

Berdasarkan pembahasan terkait cangkang kerang darah sebagai adsorben untuk menurunkan logam Fe dan Mn yang dibandingkan dengan literatur, dapat dinyatakan memiliki efektivitas yang cukup baik. Melalui faktor massa, waktu kontak, dan pH yang dijabarkan melalui konsep-konsep dari studi literatur disimpulkan bahwa cangkang kerang darah mampu untuk dijadikan sebagai adsorben baik dalam jenis SCKD ataupun kitosan. Konsep-konsep yang dijabarkan diharapkan mampu untuk membantu penelitian berikutnya, sehingga dapat dipratikkan secara langsung dan lebih baik dari sebelumnya.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian “Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) untuk Menurunkan Kadar Fe dan Mn dalam Air” dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Hasil karakterisasi cangkang kerang darah dan kitosan pada kondisi sebelum dan sesudah menjadi adsorben memiliki kandungan kalsium (Ca) yang tinggi dan memiliki gugus fungsi karbonil, hidroksil, alkana dan alkena yang mengindikasikan cangkang kerang darah ataupun kitosan mampu untuk menyerap kadar logam pada sampel air.
2. Efektivitas dari SCKD sebagai adsorben pada dosis optimum mencapai 98% dan bila dibandingkan dengan adsorben lain pada studi literatur efektivitas yang dihasilkan tidak berbeda jauh, akibat perbedaan perlakuan dan target adsorpsi.
3. Efektivitas dari kitosan sebagai adsorben berdasarkan studi literatur lain memiliki hasil yang baik. Hasil yang didapat sesuai dengan kondisi dan perlakuan yang ditetapkan.

5.2 Saran

1. Pengujian efektivitas adsorben yang berasal dari SCKD untuk menurunkan kadar Fe dan Mn masih perlu untuk dilakukan dalam laboratorium karena masih terdapat faktor pH dan konsentrasi yang belum diuji.
2. Pengujian efektivitas adsorben yang berasal dari kitosan cangkang kerang darah untuk menurunkan kadar Fe dan Mn masih perlu untuk dilakukan dalam laboratorium karena masih terdapat faktor pH dan konsentrasi yang belum diuji.



DAFTAR PUSTAKA

- Afranita, G. A., & Hanifah, T. A. (2012). *Potensi Abu Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) sebagai Adsorben Ion Timah Putih*. Pekanbaru: Kampus Binawidya Pekanbaru.
- Ahmed, T. (2012). *Adsorption (Adsorption Kinetics, Mechanism of Adsorption, Factor Affecting Adsorption Process, Adsorption Isotherm)*. Bangladesh: Bangladesh University of Engineering & Technology.
- Anggraini, A. S. (2016). *Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) dari Pantai Muara Gading Mas Sebagai Bahan Dasar Biokeramik*. Bandar Lampung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Anh, N. T., Phat, L. T., & Khoa, P. T. (2020). Removal of Cadmium Ions from Aqueous Solutions Using Acid-Activated Cockle Shell Powder. *Material Sciences Forum*, 987, 129-134.
- Arief, H., Pramono, Y., & Bintoro, V. (2012). Pengaruh Edible Coating dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Kadar Protein, Daya Ikat Air dan Aktivitas Air Bakso Sapi Selama Penyimpanan. *Animal Agriculture Journal*, 1(2), 100-108.
- Armenante, P. (1999). *Adsorption*. USA: New Jersey Institute of Technology .
- Basuki, B., & I.G.M, S. (2009). Sintesis Ikat Silang Kitosan dengan Glutaraldehid serta Identifikasi Gugus Fungsi dan Derajat Deasetilasinya. *Jurnal Ilmu Dasar*, 1(10), 93-101.
- Bhara, A. M., Meye, E. D., & Kamlasi, Y. (2018, November). Analysis Of Bivalves Nutrient Content Consumed in The Coastal Coast Of Arubara, Ende. *Jurnal Biotropikal Sains*, 15(3), 38-48.
- Cakasana, N., Suprijanto, J., & Sabdon, A. (2014). Aktivitas Antioksidan Kitosan yang Diproduksi dari Cangkang Kerang Semping (*Amusium sp*) dan Kerang Darah (*Anadara sp*). *Journal of Marine Research*, 3(4), 395-404.
- Chandra, B. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.

- Dompaipen, E., Kaimudin, M., & Dewa, R. P. (2017). Isolasi Kitin dan Kitosan dari Kulit Udang Windu (*Penaeus monodon*) dengan Spektroskopi Inframerah. *Jurnal Kementerian Perindustrian*, 13(1), 31-41.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ekawati, Y. (2010). *Biologi Reproduksi Kerang Darah (Anadara granosa, Linn 1758) di Teluk Lada, Labuan, Banten*. Bogor: Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Febrian, R., Nugraha, A. R., & Pusaka, J. (2015). Ketersediaan dan Kebutuhan Perangkat Ukur Nano di Institusi Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK). *Instrumentasi*, 39(2), 91-96.
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 35-44.
- Fernandez-Saiz, P., Lagaron, J. M., Munoz, P. H., & Ocio, M. (2008). Characterization of Antimicrobial Properties on The Growth of *S. aureus* of Novel Renewable Blends of Gliandins and Chitosan of Interest in Food Packaging and Coating Applications. *International Journal of Food Microbiology*, 1(124), 13-20.
- Hutapea, T. P., Paramitha, A., & Rachmawati, D. (2019). Limbah Cangkang Kerang Temberungan (*Telescopium telescopium*) sebagai Adsorben Logam Berat Besi (Fe^{2+}). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 3(2), 115-122.
- Joko, T. (2010). *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Karelius. (2012). Pemanfaatan Kitosan sebagai Adsorben Ion Logam Fe pada Air Gambut yang akan Digunakan sebagai Air Minum. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 3(2), 33-39.
- Kasjono, H., & Asmadi, K. (2011). *Teknologi Pengolah Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.

- Khan, A. A. (2016). Efektivitas Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (Anadara Granosa) Sebagai Media Adsorben Logam Cu (II) Dalam Air. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2-10.
- Killay, A. (2013). Kitosan Sebagai Anti Bakteri pada Bahan Pangan yang Aman dan Tidak Berbahaya. *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura* (pp. 200-205). Ambon: Universitas Pattimura.
- Kristianingrum, S. (2001). *Spektroskopi Infra Merah*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kurniasih, M., & D., K. (2011). Sintesis dan Karakterisasi Fisika-Kimia Kitosan. *Jurnal Inovasi*, 5(1), 42-48.
- Kurniawati, S. D., Santjoko, H., & Husein, A. (2017). Pasir Vulkanik sebagai Media Filtrasi dalam Pengolahan Air Bersih Sederhana untuk Menurunkan Kandungan Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kekeruhan Air Sumur Gali. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, IX, 20-25.
- Kusumaningsih, T., Masykur, A., & Arief, U. (2004). Pembuatan Kitosan dari Kitin Cangkang Berkicot (*Achatina fulica*). *Jurnal Biofarmasi*, 2(2), 64-68.
- Kwartiningsih, E., & Setiarini, N. (2005). Adsorpsi Logam Cu dari Limbah Elektroplating Menggunakan Karbon Aktif dalam Kolom Fix Bed. *Ekuilibrum*, 4(2), 78-84.
- Lubis, R., & Usman, M. (2012). Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Bulu (*Anadara inflata*) sebagai Bahan Penjernih Sungai. *Jurnal Lingkungan*, 35-39.
- Masduqi, A., & Assomadi, A. F. (2012). *Operasi dan Proses Pengolahan Air*. Surabaya: ITS Press.
- Masindi, T., & Herdyastuti, N. (2017). Karakterisasi Kitosan dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Jurnal of Chemistry*, 6, 137-142.
- Mekawati, E. F., & Sumardjo, D. (2000). Aplikasi Kitosan Hasil Transformasi Kitin Limbah Udang (*Penaeus merguensis*) untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal. *Jurnal Sains dan Matematika*.

- Mulyawan, A. (2020). *KOMPAS.com*. Retrieved July 2021, from <https://lifestyle.kompas.com/read/2020/07/19/082445020/ini-ciri-ciri-air-sumur-sehat-dan-aman-digunakan?page=all>
- Nur, N. A., Susatyo, E. B., & Mahatmanti, F. W. (2018). Sintetis Kitosan dari Cangkang Rajungan Terkomposit Lilin Lebah dan Aplikasinya sebagai Edible Coating pada Buah Stroberi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 278-284.
- Nurmaini, Dharma, S., & Sari, S. (2013). Perbedaan Kemampuan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting dengan Cangkang Udang sebagai Koagulan Alami dalam Penjernihan Air di Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanngung Kabupaten Langkat. *Jurnal Lingkungan dan Kesehatan Kerja*, 3(2), 1-8.
- Nursyamsi, D., Artanti, R., Kurnia, A., & Hindarwati, Y. (2011). Efektivitas Koagulan dan Adsorben Alami dalam Pengolahan Limbah Cair Elektroplating Tercemar Logam Berat Karsinogenik. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 2(1), 45-56.
- Pambudi, A., Farid, M., & Nurdiansah, H. (2017). Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 441-444.
- Parulian, A. (2009). *Monitoring dan Analisis Kadar Alumunium (Al) dan Besi (Fe) pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal*. Medan: Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Pitriani, P. (2010). *Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Kerang Rajungan (Portunus pelagicus) sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) untuk Pemurnian Natrium Silikat*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Pratama, A. (2016). Penggunaan Cangkang Udang sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar TSS, Kekeruhan dan Fosfat pada Air Limbah. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-5.

- Pratiwi, R. (2014). Manfaat Kitin dan Kitosan Bagi Kehidupan Manusia. *Jurnal Oseana*, 39(1), 35-43.
- Qoniah, & Prasetyoko, D. (2011). Penggunaan Cangkang Bekicot sebagai Katalis untuk Reaksi Transesterifikasi Refined Palm Oil. *Prosiding Skripsi Semester Genap*.
- Rahmansyah, A., Larashima, Ismuyanto, B., & Saptani, D. (2017). Pembuatan Karbon Aktif Berbasis Kulit Pisang dengan Variasi Suhu Karbonisasi. *brawijaya Physics Student Journal*, 4(1), 6-11.
- Ramadhan, D. (2016). Peran Koagulasi dalam Meningkatkan Efisiensi Pemrosesan dan Efektivitas Biaya dalam Proses Pengolahan Air dan Air Limbah. 1-9.
- RI, P. (2011). *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia 2010*. Jakarta.
- Rifa'i, J. (2007). *Pemeriksaan Kualitas Air Bersih dengan Koagulan Alum dan PAC di IPA Jurug PDAM Kota Surakarta*. Surakarta: Program D-III Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.
- Risdianto, D. (2007). *Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Rosema, R., Supriyantini, E., & Sedjati, S. (2021). Pemanfaatan Kitosan untuk menurunkan Kadar Logam Pb pada Perairan yang Tercemar Minyak Bumi. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 61-66.
- Rudiyanti, S. (2009, Februari 22). Biokonsentrasi Kerang Darah (Anadara granosa) terhadap Logam Berat Cd yang Terkandung dalam Media Pemeliharaan yang Berasal dari Perairan Kaliwulu, Kendal. *Semarang*, 184-195.
- Ruswanti, I. K., & Lusiana, R. A. (2007). Membran Kitosan Padat dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Mangan (II) dan Besi (II). *Jurnal Lingkungan*, 1-9.
- Sari, A., Hidayat, D., & Juliasih, N. L. (2017, Oktober). Kajian Kandungan Logam Berat Kromium (Cr) dan Mangan (Mn) Pada Ikan Teri Kering (*Stolephorus sp.*) Di Pesisir Teluk Lampung Secara Spektrofotometri

- Serapan Atom. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 2(2), 79-87.
- Setyono, D. (2006). Karakteristik Biologi dan Produksi Kerang-Kerangan Perairan. *Jurnal Oseana*, 31(1), 1-7.
- Sharma, R., & Saini, P. (2016). Graphene-Based Composites and Hybrids for Water Purification Application. *Diamond and Carbon Composites and Nanocomposites*, 21-59.
- Siregar, S. (2009). *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Medan: Program Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Solang, M. (2019). *Kerang Darah: Tak Kenal Maka Tak Sehat*. Yogyakarta: Zahir Publishing.
- Sukma, D. H., Riani, E., & Pakpahan, E. (2018). Pemanfaatan Kitosan sebagai Adsorben Sianida pada Limbah Pengolahan Bijih Emas. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 3(21), 460-470.
- Suprihatin, & Indrasti, N. (2010). *Penyisihan Logam Berat dari Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi*. Bogor: Departemen.
- Suptijah, P., Zahiruddin, W., & Firdaus, D. (2008). Pemurnian Air Sumur dengan Kitosan Melalui Tahapan Koagulasi dan Filtrasi. *Jurnal Teknologi dan Hasil Perikanan*, XI(1).
- Susanto, R. (2008). In *Optimasi Koagulasi-Flokulasi dan Analisis Kualitas Air pada Industri Semen* (pp. 22-28). Jakarta: Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Syafrianda, I., Yenie, E., & Daud, S. (2017). Pengaruh Waktu Kontak dan Laju Pengadukan terhadap Adsorpsi Zat Warna pada Air Gambut Menggunakan Adsorben Limbah Biosolid Land Application Industri Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Fakultas Teknik*, 4(2), 1-6.
- Tangio, J. S. (2013). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*). *Jurnal Pendidikan Kimia*, 1-10.

- Tchobanoglous, G., Burton, F., & Stensel, H. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition*. USA: McGraw-Hill Companies Inc.
- Wahyudianto, F. E. (2016). *Studi Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) Sebagai Adsorben Pb (II), Cu (II), dan Zn (II)*. Surabaya: Institut teknologi Sepuluh November.
- Wahyudianto, F. E., & Masduqi, A. (2019). Adsorption Zn (II) on Blood Cockle Shells (*Anadara granosa*). *Eco Environmental and Concentrations*, 135-140.
- Wijayanti, B., Wahyuningsih, N. e., & Budiyono. (2018). Efektivitas Kalsium Karbonat dengan Variasi Ketebalan Media dalam Mengurangi Kadar Kadmium pada Larutan Pupuk. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6), 41-48.
- Wijayanto, S. O., & Bayuseno, A. (2014, Oktober). Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian Mikrografi dan Kekerasan. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(4), 33-39.
- WWF-Indonesia, T. P. (2015). *Perikanan Kerang Panduan Penangkapan dan Penanganan*. Jakarta: WWF-Indonesia.
- Xu, Y., & Du, Y. (2003). Effect of Molecular Structure of Chitosan on Protein Delivery Properties of Chitosan Nanoparticles. *International Journal of Pharmaceutics*, 215-226.
- Yuliusman, & Adelina, P. (2010). Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Rajungan pada Proses Adsorpsi Logam Nikel. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, 1-7.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

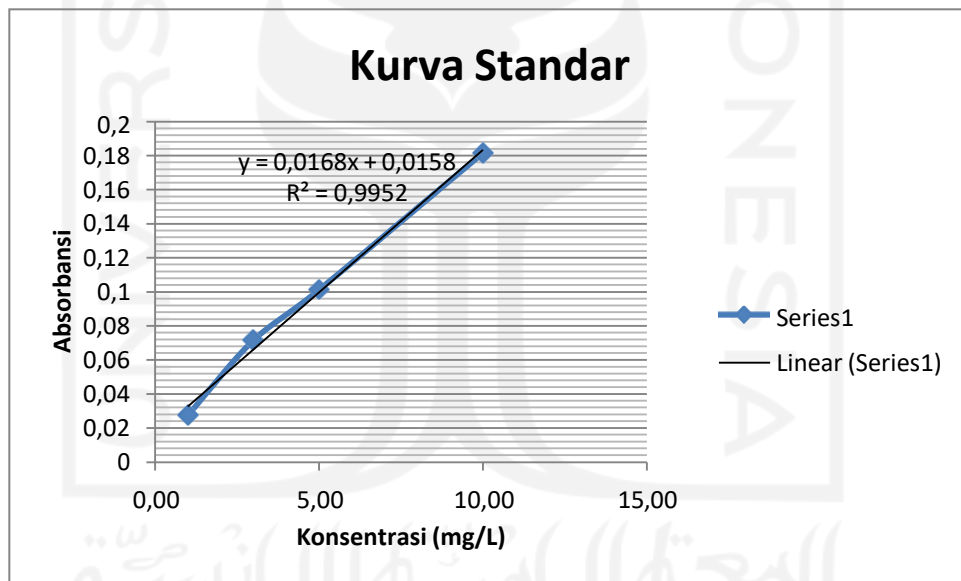
Lampiran 1. Data Hasil Pengujian

A. Data Kalibrasi Standar

1. Fe

No	Kode Sampel	Concentration (C) standard	Absorbansi (A)	C ²	CA	A ²
1	Standard 1	1,00	0,0275	0,0298	0,025	0,0279
2	Standard 2	3,00	0,0715	0,0682	0,0688	0,0776
3	Standard 3	5,00	0,1011	0,0993	0,1017	0,1025
4	Standard 4	10,00	0,1815	0,1768	0,1854	0,1823

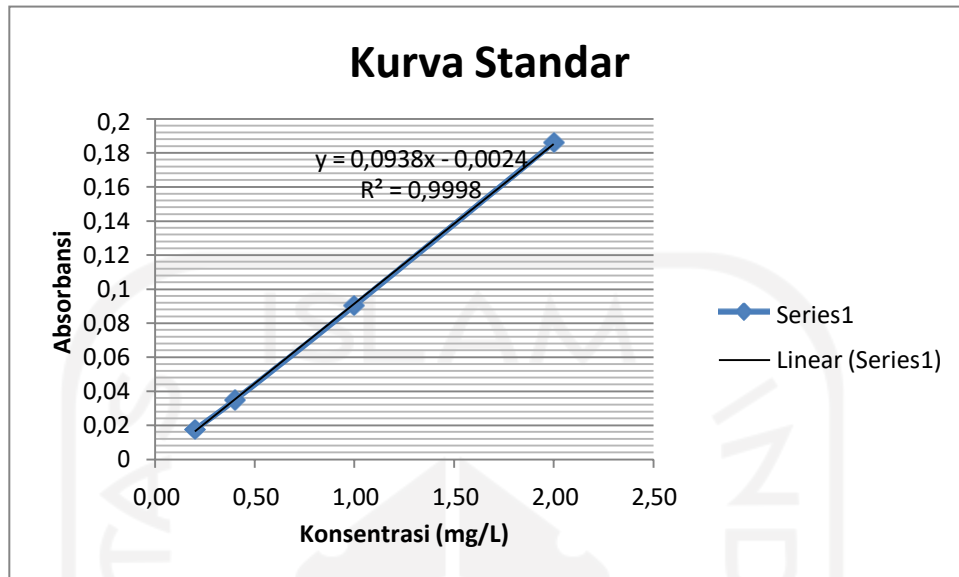
a	0,0168
b	0,0158



2. Mn

No	Kode Sampel	Concentration (C) standard	Absorbansi (A)	C ²	CA	A ²
1	Standard 1	0,20	0,0174	0,0166	0,0174	0,0182
2	Standard 2	0,40	0,0347	0,0337	0,0355	0,0349
3	Standard 3	1,00	0,0903	0,0865	0,0922	0,0921
4	Standard 4	2,00	0,18585	0,1913	0,184	0,1819

a	0,0938
b	-0,0024



B. Hasil Pengujian dengan Variasi Massa Optimum

Sampel Air Sumur					
Massa CKD (mg)	pH	Hasil AAS (mg/L)		Efektivitas (%)	
		Fe	Mn	Fe	Mn
0	7	0,289	0,3	27,6	11,8
10	7	0,033	0,009	91,7	97,4
25	7	0,039	0,019	90,2	94,4
50	7	0,043	0,018	89,2	94,7
100	7	0,037	0,011	90,7	96,8
200	7	0,060	0,018	85,0	94,7

Sampel Larutan Fe dan Mn 10 ppm					
Massa CKD (mg)	pH	Hasil AAS (mg/L)		Efektivitas (%)	
		Fe	Mn	Fe	Mn
0	7	9,75	7,85	26,6	4,5
10	7	0,060	0,220	97,9	99,4
25	7	0,057	0,060	99,4	99,4
50	7	0,090	0,100	99,1	99,1
100	7	0,010	0,200	98,1	99,9
200	7	0,040	0,090	99,2	99,6

Lampiran 2. Perhitungan

A. Perhitungan Persentase Efektivitas Penyisihan Fe pada Massa Optimum

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana: C_0 = konsentrasi awal logam (mg/l)

C_a = konsentrasi akhir logam (mg/l)

1. Massa 10 gr (sampel air sumur)

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{0,399 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 0,033 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{0,399 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \times 100\% \\ &= 91,7\% \end{aligned}$$

2. Massa 25 gr (sampel larutan Fe 10 ppm)

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{10,208 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 0,057 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{10,208 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \times 100\% \\ &= 99,4\% \end{aligned}$$

B. Perhitungan Persentase Efektivitas Penyisihan Mn pada Massa Optimum

1. Massa 10 gr (sampel air sumur)

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{0,340 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 0,009 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{0,340 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \times 100\% \\ &= 97,4\% \end{aligned}$$

2. Massa 25 gr (sampel larutan Fe 10 ppm)

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{10,690 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 0,200 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{10,690 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \times 100\% \\ &= 99,9\% \end{aligned}$$

C. Pembuatan Massa yang digunakan untuk Larutan Fe

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= \frac{Mr \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{Ar \text{ Fe}} \times 1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \\ &= \frac{152 \text{ gr/mol}}{56 \text{ gr/mol}} \times 1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,271 \text{ gr} \end{aligned}$$

D. Pembuatan Massa yang digunakan untuk Larutan Fe

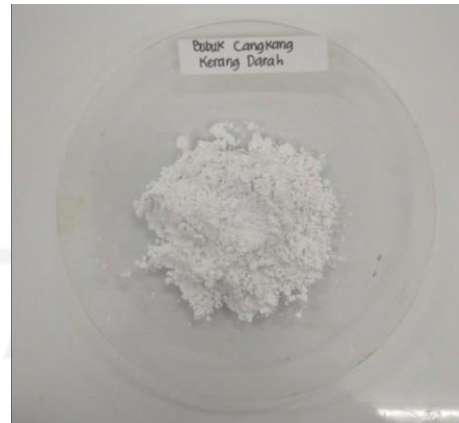
$$\begin{aligned} \text{Massa} &= \frac{\text{Mr FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{\text{Ar Fe}} \times 1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \\ &= \frac{151 \text{ gr/mol}}{55 \text{ gr/mol}} \times 1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,275 \text{ gr} \end{aligned}$$



Lampiran 3. Dokumentasi



Cangkang kerang yang sudah dicuci



Hasil pengayakan



Proses deproteinasi



Proses penyaringan hasil deproteinasi



Kitosan



Sampel sebelum pengolahan CKD dengan (Air sumur, larutan Fe dan larutan Mn)



Sampel setelah pengolahan dengan CKD (Air sumur, larutan Fe dan larutan Mn)



Sampel air sumur sebelum pengolahan (adsorben kitosan)



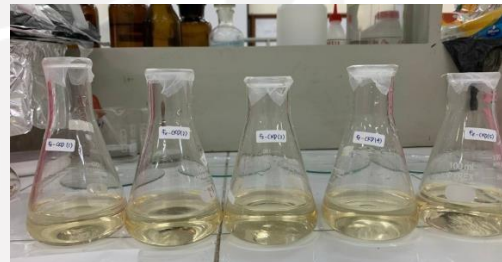
Sampel larutan Mn sebelum pengolahan (adsorben CKD)



Sampel larutan Mn setelah pengolahan (adsorben CKD)



Sampel larutan Fe sebelum pengolahan (adsorben CKD)

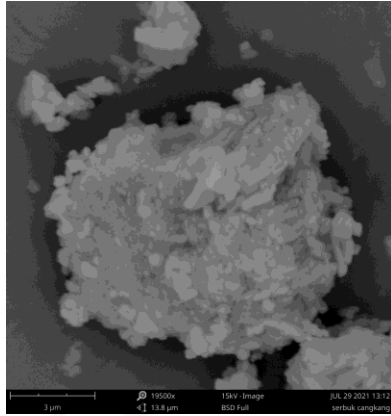


Sampel larutan Fe setelah pengolahan (adsorben CKD)

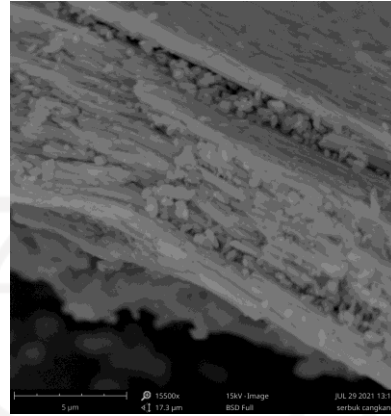
الجامعة الإسلامية
الاستدائات

Lampiran 4. Hasil SEM

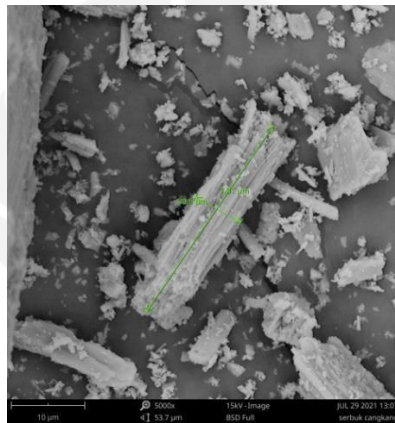
A. SEM Cangkang Kerang Darah



Perbesaran 15500 kali

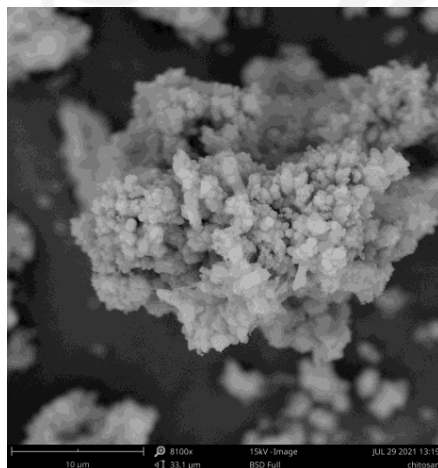


Perbesaran 19500 kali

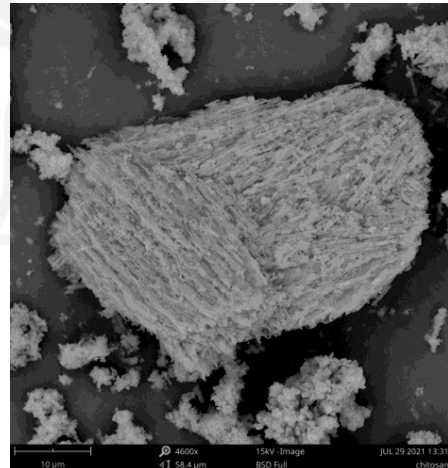


Perbesaran 500 kali

B. SEM Kitosan



Perbesaran 8100 kali



Perbesaran 5000 kali

Lampiran 5. Acuan Peraturan

LAMPIRAN I

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 / Menkes / Per / IV / 2010

Tanggal 19 April 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an – organik		
	1) Arsen	mg / l	0,01
	2) Flourida	mg / l	1,5
	3) Total Kromium	mg / l	0,05
	4) Kadmium	mg / l	0,003
	5) Nitrit, (sebagai NO_2^-)	mg / l	3
	6) Nitrat, (sebagai NO_3^-)	mg / l	50
	7) Sianida	mg / l	0,07
	8) Selenium	mg / l	0,1
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg / l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg / l	0,2
	2) Besi	mg / l	0,3
	3) Kesadahan	mg / l	500
	4) Klorida	mg / l	250
	5) Mangan	mg / l	0,4
	6) Ph		6,5 – 8,5

Lampiran 6. Tabel Korelasi Gugus Fungsi

Gugus	Senyawa	Frekuensi (cm ⁻¹)	Lingkungan spektral cm ⁻¹ (μ)	Nama lingkungannya
OH	Alkohol	3580-3650	3333-3704	
	Asam	2500-2700	(2,7-3,0μ)	
NH	Amina primer dan sekunder	3500		
	Amida	3310-3500		
		3140-3320	2857-3333	Lingkungan vibrasi ulur hidrogen
			(3,0-3,5 μ)	
CH	Alkana	3300		
	Alkena	3010-3095		
	Aromatik	3030		
	Alkana	2853-2962		
	Aldehida	2700-2900	2500-2857	
			(4,0-4,5 μ)	
SH	Sulfur	2500-2700		
C=C	Alkana	2190-2260		
C=N	Alkilnitril	2240-2260	2222-2500	Lingkungan ikatan ganda tiga
			(4,5-5,0 μ)	
	Iosianat	2240-2275		
	Ariknitril	2220-2240		
-N=C=N	Diimida	2130-2155	2000-2222	
			(5,0-5,5 μ)	
-N ₃	Azida	2120-2160		
>CO	Aldehid	1720-1740	(818-2000)	
			(5,5-6,0 μ)	
	Keton	1675-1725		
	Asam karboksilat	1700-1725		
	Ester	2000-2300		
	Asilhalida	1755-1850	1667-1818	Lingkungan ikatan ganda dua
			(6,0-6,5 μ)	
	Amida	1670-1700		
CN	Oksim	1640-1690		
CO	β-diketon	1540-1640		
C=O	Ester	1650		
C=C	Alkena	1620-1680		
N-H(b)	Amina	1575-1650	1538-1667	
-N=N-	Azo	1575-1630	(6,5-7,5 μ)	Duerah sidik jari
-C-NO ₂	Nitro	1550-1570	1538-1667	
-C-NO ₂	Nitro aromatik	1300-1570		
C-O-C	Eter	1230-1270	1053-1333	
			(7,5-9,5 μ)	
-(CH ₂)n	Senyawaan lain	~722	666-900	
			(11-15,0 μ)	



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kabupaten Majalengka pada 27 April 1999. Penulis merupakan putri ketiga dari pasangan Bapak H.Bustom dan Ibu Tatik Suryatin. Penulis menempuh sekolah menengah pertama di SMPN 1 Jatiwangi dan sekolah menengah atas di SMAN 1 Cirebon. Semasa kuliah penulis cukup aktif mengikuti lembaga keagamaan di fakultas, ikut membantu program wajib fakultas dalam acara keagamaan, dan pernah berpengalaman menjadi asisten laboratorium. Pada awal tahun 2021 penulis bersama tim juga pernah menjadi finalis lomba karya tulis ilmiah (LKTI).

