

**EFEKTIVITAS KOMBINASI KARBON AKTIF  
CANGKANG BUAH KARET, BENTONIT DAN  
LIMESTONE (CKBL) DIBANDINGKAN DENGAN CLEAN  
CHEMICAL BENTONE 5651 DALAM MENURUNKAN  
KADAR BESI (Fe) DAN ZAT ORGANIK PADA AIR  
GAMBUT**

SKRIPSI



**BIDAYATUN**

**L1B116017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
JURUSAN SIPIL KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JAMBI**

**2021**

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Jambi, 15 Juli 2021  
Yang menyatakan

Bidayatun  
L1B116017

## RINGKASAN

Air gambut merupakan air permukaan yang bersifat asam dengan kandungan logam besi, zat organik dan intensitas warna yang tinggi sehingga tidak memenuhi standar baku mutu air bersih menurut PERMENKES No. 32 Tahun 2017, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar dapat digunakan sebagai air layak digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa metode adsorpsi-koagulasi. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar logam besi dan zat organik yang terkandung dalam air gambut menggunakan kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* (CKBL), dan mengetahui efektivitas penurunan logam besi dan zat organik setelah dilakukan adsorpsi menggunakan CKBL, kemudian dibandingkan efektivitasnya dengan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651).

Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan CCBN5651 dan CKBL dengan menentukan rancangan pembuatan kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone*. Massa karbon aktif cangkang buah karet sebanyak 0,5 gr dan massa bentonit sebanyak 1,5 gr. Massa *limestone* ditambahkan ke dalam kombinasi karbon aktif cangkang buah karet dan bentonit dengan variasi massa 0,1 gr, 0,05 gr dan 0,03 gr. Uji pH dilakukan untuk menguji kenaikan pH air gambut dari penambahan *limestone*. Kombinasi yang digunakan apabila nilai pH sudah mencapai antara 6-8. Kemudian kombinasi tersebut dibuat sebanyak 20 gr dari cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* dan dihomogenkan. Rancangan massa yang digunakan untuk adsorpsi diambil sebanyak 0,25 gr, 0,5 gr, 0,75 gr, 1,0 gr dan 1,25 gr dengan air gambut sebanyak 250 ml, kemudian diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Massa CCBN5651 yang digunakan yaitu sebanyak 0,375 gr. Hasil adsorpsi logam besi diuji dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dan zat organik diuji menggunakan metode Permanganometri ( $\text{KMnO}_4$ ).

Air gambut yang digunakan pada penelitian ini yaitu air gambut dari Desa Arang-Arang, Kumpeh Ulu, Kabupaten Muaro Jambi. Sampel air gambut pada proses adsorpsi sebanyak 250 ml. Hasil analisis uji kandungan logam besi (Fe) pada air gambut di Desa Arang-arang, Kabupaten Muaro Jambi sebesar 3,502 mg/L dan zat organik sebesar 238,95 mg/L. Setelah adsorpsi menggunakan CKBL diperoleh massa optimum CKBL dalam menurunkan kadar logam besi (Fe) dan zat organik yaitu 1,25 gr dengan penurunan kadar logam besi (Fe) menjadi 2,484 mg/L dan zat organik turun menjadi 96,07 mg/L sehingga efektivitasnya berturut-turut sebesar 29,069% dan 59,79%. Sedangkan setelah adsorpsi menggunakan CCBN5651 kadar logam besi (Fe) turun menjadi 0,125 mg/L dan zat organik turun menjadi 35,27 mg/L dengan massa optimum 0,375 gr dan efektivitasnya berturut-turut mencapai 96,46% dan 85%. Berdasarkan hasil analisis tersebut, CCBN5651 memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan CKBL.

## SUMMARY

Peat water is acidic surface water with iron metal content, organic matter and high color intensity, so it does not meet the clean water quality standards according to PERMENKES No. 32 of 2017, so it needs to be processed first if want to be used for clean water. The method used in this study is the adsorption-coagulation method. This study aims to reduce the levels of iron metals and organic matter contained in peat water using a combination of activated carbon rubber fruit shells, bentonite and limestone (CKBL), and to determine the effectiveness of reducing iron metals and organic substances after adsorption using CKBL, then compared its effectiveness with Clean Chemical Bentone (CCBN5651).

The adsorption process was carried out using CCBN5651 and CKBL by determining the design for making a combination of activated carbon rubber fruit shells, bentone and limestone. The mass of the rubber fruit shell activated carbon is 0.5 g and the bentonite mass is 1.5 g. Limestone mass was added to the combination of rubber fruit shell activated carbon and bentonite with mass variations of 0.1 gr, 0.05 gr and 0.03 gr. The pH test was carried out to test the increase in the pH of peat water from the addition of limestone. The combination is used when the pH value has reached between 6-8. Then the combination is made as much as 20 grams of rubber fruit shells, bentonite and limestone and homogenized. The mass design used for adsorption was taken as much as 0.25 g, 0.5 g, 0.75 g, 1.0 g and 1.25 g with 250 ml of peat water, then stirred using a stirrer at 200 rpm for 60 minutes. . The mass of CCBN5651 used is 0.375 gr. The results of ferrous metal adsorption were tested using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method and organic substances were tested using the Permanganometri (KMnO<sub>4</sub>) method.

The peat water used in this research is peat water from Arang-Arang Village, Kumpeh Ulu, Muaro Jambi Regency. The peat water sample in the adsorption process was 250 ml. The results of the analysis of the iron (Fe) in peat water in Arang-arang Village, Muaro Jambi Regency was 3.502 mg/L and organic matter was 238.95 mg/L. After adsorption using CKBL, the optimum mass of CKBL in reducing iron metal (Fe) and organic matter content was 1.25 g with a decrease in iron metal (Fe) content to 2.484 mg/L and organic matter decreased to 96.07 mg/L so that its effectiveness respectively 29.069% and 59.79%. Meanwhile, after adsorption using CCBN5651 the levels of ferrous metal (Fe) decreased to 0.125 mg/L and organic matter decreased to 35.27 mg/L with an optimum mass of 0.375 g and the effectiveness reached 96.46% and 85%, respectively. Based on the results of the analysis, CCBN5651 has a higher effectiveness than CKBL.

**EFEKTIVITAS KOMBINASI KARBON AKTIF  
CANGKANG BUAH KARET, BENTONIT DAN  
LIMESTONE (CKBL) DIBANDINGKAN DENGAN CLEAN  
CHEMICAL BENTONE 5651 DALAM MENURUNKAN  
KADAR BESI (Fe) DAN ZAT ORGANIK PADA AIR  
GAMBUT**

**S K R I P S I**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Jambi



**BIDAYATUN**

**L1B116017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
JURUSAN SIPIL KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JAMBI**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **EFEKTIVITAS KOMBINASI KARBON AKTIF CANGKANG BUAH KARET, BENTONIT DAN LIMESTONE (CKBL) DIBANDINGKAN DENGAN CLEAN CHEMICAL BENTONE 5651 DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe) DAN ZAT ORGANIK PADA AIR GAMBUT** yang disusun oleh **BIDAYATUN, NIM: L1B116017** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 05 Juli 2021 dinyatakan lulus.

Susunan tim penguji:

Katua : Prof. Dr.Drs. M. Naswir, KM., M.Si.  
Sekretaris : Shally Yanova, S.Si., M.Si  
Anggota : 1. Dr. Ir.Jalius, M.S.  
2. Zuli Rodhiyah, S.Si., M.T.  
3. Yasdi, S.Pd., M.Eng.

Disetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr.Drs. M. Naswir, KM., M.Si.  
NIP. 196605031991021001

Shally Yanova, S.Si., M.Si  
NIP : 198909182019032021

Diketahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Jurusan Teknik Sipil, Kimia  
dan Lingkungan

Prof.Drs. Damris M.,M.Sc.,Ph.D., CiQaR.  
NIP. 196605191991121001

Dr. Drs. Hermes, M.T.  
NIP. 197208151966031001

## RIWAYAT HIDUP



Bidayatun dilahirkan pada 14 Maret 1996 di Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi. Penulis merupakan anak pertama dari dua (2) bersaudara pasangan Bapak Ahamad Abdul Nasir dan Ibu Wasilatun.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 160/VIII Sidorukun pada tahun 2008, tamat Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 21

Kabupaten Tebo pada tahun 2011 dan tamat Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 5 Tebo pada tahun 2014. Sempat mendaftar pada salah satu perguruan swasta di Yogyakarta namun tidak dilanjutkan dan baru melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri pada tahun 2016 di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi Program Studi Teknik Lingkungan melalui jalur Ujian Masuk Bersama Perguruan Tinggi (UMB-PT).

Penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT. Pekebunan Nusantara VI, PSB Group, PSB II Bunut pada bulan Juli-Agustus 2019 dengan judul **Sistem Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah Cair untuk *Land Application* di PT. Perkebunan Nusantara VI, Unit Usaha PSB Group, PSB (II) Bunut.** Kemudian pada bulan Juni-Oktober penulis melakukan magang penelitian Tugas Akhir di Laboratorium Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Provinsi Jambi. Penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjananya (S-1) pada tanggal 5 Juli 2021 dengan judul **Efektivitas Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dibandingkan dengan *Clean Chemical Bentone 5651* dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Zat Organik Pada Air Gambut.**

## PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan segala rahmat, karunia, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) dengan judul Efektivitas Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dibandingkan dengan *Clean Chemical Bentone 5651* dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Zat Organik Pada Air Gambut. Pada kesempatan kali ini izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Prof. Drs. Damris M, M.Sc., Ph.D.,CiQaR., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
2. Dr. Drs. Harmes, M.T., selaku Keua Jurusan Teknik Sipil, Kimia dan Lingkungan Universitas Jambi.
3. Dr. Ir. Jalius, M.S. Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Jambi.
4. Bapak Prof. Dr. Drs. M. Naswir. K.M., M.Si., selaku Pembimbing I Tugas Akhir saya.
5. Ibu Shally Yanova. S.Si, M.Si, selaku Pembimbing II Tugas Akhir saya.
6. Bapak Dr. Ir. Jalius, M.S. selaku Penguji I Tugas Akhir saya.
7. Ibu Zuli Rodhiyah, S.Si., M.T. selaku Penguji II Tugas Akhir saya.
8. Bapak Yasdi, S.Pd., M.Eng selaku Penguji III dan Dosen Pembimbing Akademik saya.
9. Dosen-dosen dan staf di Teknik Lingkungan Universitas Jambi yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat berharga selama masa perkuliahan.
10. Ayah (Ahmad Abdul Nasir), Ibu (Wasilatun), dan Adik (Ahmad Choirul Mujahiddin), serta segenap keluarga yang telah memberikan doa, dukungan; baik moril maupun materil, semangat, dan motivasi yang tak henti-hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
11. Riski Mulyono, Wahyu Safitri, Febriyanti, Mailina dan Antory Febrianto selaku rekan seperjuangan yang senantiasa memberikan semangat selama masa perkuliahan maupun sehari-hari saya.
12. Teman – teman seperjuangan penulis yang telah mendukung, serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih pula kepada seluruh pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Tugas Akhir, semoga keberkahan selalu mengiringi. Penulis menyadari bahwa dalam penelitian Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, Untuk itu penulis sangat membutuhkan kritik dan saran yang sifatnya membangun yang berguna untuk menutupi kekurangan tersebut. Semoga penelitian Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, dan membantu dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya bidang Teknik Lingkungan.

Jambi, 15 Juli 2021

Bidayatun  
L1B116017

## DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT PERNYATAAN .....	i
RINGKASAN .....	ii
<i>SUMMARY</i> .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Gambut .....	5
2.2 Adsorpsi .....	9
2.3 Karbon Aktif .....	11
2.4 Cangkang Buah Karet .....	13
2.5 Bentonit .....	14
2.6 <i>Clean Chemical Bentone (CCBN)</i> .....	15
2.7 <i>Limestone</i> .....	16
2.8 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) .....	17
2.9 Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet dan Bentonit untuk Menurunkan Kadar Logam Fe dan Warna Pada Air Gambut di Desa Pandan Jaya, Kecamatan Geragai, Tanjung Jabung Timur .....	18
III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.3 Skema Penelitian .....	23
3.4 Populasi dan Sampel .....	23
3.5. Metode Penelitian .....	24

3.6 Percobaan Adsorpsi-koagulasi.....	26
3.7 Pengumpulan Data.....	28
3.8 Analisis Data .....	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Adsorpsi Menggunakan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan <i>Limestone</i> (CKBL) Pada Air Gambut.....	30
4.2. Massa Optimum Adsorpsi Menggunakan <i>Clean Chemical Bentone</i> (CCBN5651) Pada Air Gambut .....	37
4.3 Massa Optimum Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan <i>Limestone</i> (CKBL).....	38
4.4 Efektivitas Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan <i>Limestone</i> (CKBL) dibandingkan dengan <i>Clean Chemical Bentone</i> (CCBN5651).41	
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persyaratan Mutu Karbon Aktif Menurut SNI No. 06-3730-1995 .....	13
2. Komposisi Kimia yang Terkandung dalam Cangkang Buah Karet .....	13
3. Spesifikasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet.....	14
4. Senyawa Kimia Pada Bentonit .....	15
5. Kandungan Mineral Bentonit.....	15
6. Kandungan Senyawa Cangkang Kerang .....	19
7. Perlakuan CCBN5651 .....	27
8. Variasi Massa Penambahan <i>Limestone</i> Pada Penentuan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan <i>Limestone</i> (CKBL) terhadap pH air Gambut.....	27
9. Perlakuan pembuatan Kombinasi Karbon Aktif cangkang Buah Karet, Bentonit dan <i>Limestone</i> (CKBL) .....	27
10. Perlakuan Adsorpsi menggunakan CKBL .....	28
11. Hasil Analisis Variasi Massa Adsorpsi-koagulasi Menggunakan CKBL.....	28
12. Data Absorbansi Larutan Standar Logam Fe .....	30
13. Hasil Uji Parameter pH pada Penentuan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan <i>Limestone</i> (CKBL) .....	33
14. Hasil Uji Perlakuan pembuatan Kombinasi Karbon Aktif cangkang Buah Karet, Bentonit dan <i>Limestone</i> (CKBL) .....	33
15. Uji Kadar Awal Logam Fe dan Zat Organik .....	35
16. Perlakuan Adsorpsi Menggunakan CKBL .....	36
17. Hasil Analisis Logam Besi (Fe) dan Zat Organik Berdasarkan Variasi Massa Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan <i>Limestone</i> (CKBL) .....	36
18. Hasil Analisis Kadar Besi (Fe) dan Zat Organik dengan <i>Clean Chemical Bentone</i> (CCBN5651) .....	37
19. Perbandingan Hasil Uji Menggunakan CKBL dengan CCBN5651 .....	42
20. Hasil Perhitungan Kapasitas Adsorpsi <i>Freundlich</i> dan <i>Langmuir</i> Logam Besi(Fe) .....	44
21. Hasil Perhitungan Kapasitas Adsorpsi <i>Freundlich</i> dan <i>Langmuir</i> Zat Organik.....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Fisik Karbon Aktif.....	12
2. Efektivitas Adsorpsi Logam besi (Fe).....	19
3. Efektivitas Adsorpsi Warna.....	19
4. Lokasi Pengambilan Sampel Air Gambut.....	21
5. Skema Alur Penelitian .....	23
6. Kurva Kalibrasi Standar Logam Besi (Fe).....	31
7. Karbon Aktif Cangkang Buah Karet.....	32
8. <i>Limestone</i> .....	33
9. Air Gambut Sebelum Adsorpsi.....	34
10. Air Gambut Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Menggunakan CCBN5651.....	38
11. Grafik Efektivitas Adsorpsi Menggunakan CKBL.....	39
12. Hasil Pengolahan Air Gambut Menggunakan CKBL .....	41
13. Diagram Perbandingan Efektivitas CKBL dengan CCBN5651.....	43
14. Grafik Isoterm <i>Freundlich</i> Logam Besi (Fe).....	45
15. Grafik Isoterm <i>Langmuir</i> Logam Besi (Fe) .....	45
16. Grafik Isoterm <i>Freundlich</i> Zat Organik.....	46
17. Grafik Isoterm <i>Langmuir</i> Zat Organik .....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Prosedur Kerja .....	56
2. Perhitungan Larutan Induk, Larutan Standard dan Pengenceran .....	69
3. Perhitungan Efektivitas Adsorpsi.....	60
4. Peta Lokasi Penelitian .....	61
5. Gambar Dokumentasi.....	62
6. Hasil Uji Sampel .....	65
7. SNI 06-6989.4-2004 Cara Uji Besi (Fe) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) .....	66
8. SNI 3554-2015 Cara Uji Air Minum Dalam Kemasan .....	70

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Air gambut adalah air permukaan atau air tanah yang banyak ditemukan di daerah rawa dan dataran rendah serta daerah pasang surut (Kusnaedi, 2006). Air gambut mempunyai pH rendah yaitu antara 3-5, berwarna merah kecoklatan, dan banyak mengandung zat organik sehingga tidak memenuhi syarat untuk memenuhi kebutuhan air minum, rumah tangga, dan sehari-hari. Air gambut sangat potensial untuk dikelola sebagai sumber daya air yang dapat diolah menjadi air bersih untuk keperluan sehari-hari dengan syarat harus memenuhi standar baku mutu PerMenKes No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan *Hygiene* Sanitasi, Kolam Renang, *Solus PerAqua*, dan Pemandian Umum.

Air permukaan pada daerah bergambut berwarna kuning atau coklat kemerahan serta mengandung kadar Fe yang tinggi, dan pH rendah sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai air untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Naswir, *et al* (2012) menyatakan bahwa air gambut di Desa Arang-arang, Kumpeh Ulu, Kabupaten Muaro Jambi memiliki kadar warna sebesar  $\pm 41,33-200,29$  PtCo, kadar Fe sebesar  $\pm 1,751-7,52$  mg/L dan kadar zat organik sebesar  $\pm 70,58-102,07$  mg/L.

Adsorpsi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah air gambut menjadi layak digunakan untuk keperluan sehari-hari. Adsorpsi merupakan pengikatan molekul fluida ke permukaan pori benda padat. Senyawa yang biasa digunakan dalam adsorpsi antara lain zeolite, arang aktif dan magnetit (Maylani, 2016). Menurut Naswir (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa bentonit juga dapat menurunkan kadar Fe pada air gambut sebesar 0,323 mg/gr adsorben dan warna sebesar 80,89 mg/g adsorben. Kandungan utama dalam bentonit berupa 80% *montmorilonit* dan termasuk dalam mineral yang memiliki gugus alumino silikat. Bentonit memiliki sifat mengadsorpsi karena ukuran partikel koloidnya dan memiliki kapasitas permukaan ion yang tinggi.

Bahan-bahan lignoselulosa alami sebagai adsorben juga sangat baik digunakan untuk mengikat logam berat dari dalam larutan (Martono & Iriany, 2017). Cangkang buah karet mempunyai kandungan lignin sebesar 21,60 dan Selulosa 61,04 %. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Arofah

(2019) karbon aktif cangkang buah karet dapat menurunkan kadar Fe pada larutan 100 ppm sebesar 3,574 mg/g adsorben.

*Limestone* merupakan salah satu batuan sedimen yang juga melimpah di alam. Kandungan *limestone* yang utama yaitu berupa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). *Limestone* juga disebut sebagai batu gamping atau batu kapur. Menurut Naswir & Intan (2014), kandungan  $\text{CaCO}_3$  yang tinggi pada cangkang kerang diketahui memiliki dan dapat disintesis menjadi  $\text{CaO}$  menggunakan metode kalsinasi. Kalsinasi cangkang kerang mampu meningkatkan nilai pH air gambut dari 2 menjadi 7. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Naswir *et. al* (2015) menyatakan bahwa kombinasi antara bentonit dan *limestone* dapat mengurangi kadar warna pada air gambut dari 276,4 mg/L Pt.Co menjadi 0,486 mg/L PtCo.

*Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) merupakan teknologi tepat guna yang digunakan untuk mengolah air gambut. Bahan baku utama CCBN5651 ini berupa bentonit dan beberapa bahan pendukung seperti karbon aktif dan pasir. Formulasi ini mampu menaikkan pH air gambut dari 3,62 menjadi 7,32 dan menurunkan warna hingga 93,99%, zat organik 89,47% dan Fe sebesar 86,69% (Naswir, 2009).

Penelitian untuk mengubah karakteristik air gambut telah dilakukan oleh Suherman, *et al.* (2013), Rahmawati, *et al* (2018), Lusia (2019) dan lain sebagainya. Dari hasil penelitian Suherman, *et al.* (2013) menyatakan bahwa pengolahan air gambut menggunakan metode flokulasi koagulasi dalam suasana asam mampu menurunkan zat warna 79,20% dan zat organik sebesar 88,15%. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Rahmawati, *et al.* (2018) adsorpsi air gambut menggunakan karbon aktif dari buah bintaro dapat menaikkan pH air gambut dari 4,80 menjadi 6,50, menurunkan kadar logam Fe pada air gambut sebesar 75% yakni dari 0,080 mg/L menjadi kurang dari 0,02 mg/L dan dapat menurunkan nilai kandungan zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) pada air gambut dari 184 mg/L menjadi 151 mg/L, sedangkan penelitian Lusia (2019) menyatakan bahwa adsorpsi air gambut menggunakan karbon aktif cangkang buah karet dengan bentonit mampu menurunkan kadar Fe dan warna berturut-turut sebesar 45,377 % dan 86,205%.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan adsorben dari kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* (CKBL) yang bertujuan untuk mengurangi kadar logam besi (Fe) dan zat organik pada air gambut dengan metode adsorpsi-koagulasi. Efektivitas CKBL akan dibandingkan dengan CCBN5651 dalam menurunkan kadar logam besi (Fe) dan zat organik. Sedangkan CCBN5651 digunakan sebagai pembanding efektivitas

dari CKBL. Sehingga dari beberapa uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang adsorpsi air gambut menggunakan kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *Limestone* untuk mengetahui efektivitasnya dalam menurunkan kadar logam besi (Fe) dan zat organik.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Penelitian pengolahan air gambut menjadi layak digunakan telah banyak dilakukan. Metode adsorpsi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolah air gambut menjadi air . Adsorpsi ini dapat menggunakan bahan-bahan dari alam, seperti karbon aktif dari cangkang buah karet, *Limestone*, bentonit dan lain sebagainya.

Pada penelitian ini, akan dilakukan adsorpsi air gambut menggunakan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dibandingkan dengan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan zat organik dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kadar logam besi (Fe) dan zat organik sebelum maupun sesudah adsorpsi menggunakan kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) pada air gambut?
2. Berapa kadar logam besi (Fe) dan zat organik baik sebelum maupun sesudah dilakukan adsorpsi menggunakan CCBN5651 pada air gambut?
3. Bagaimana kondisi massa optimum kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* dalam mengadsorpsi logam besi (Fe) dan zat organik pada air gambut?
4. Berapakah efektivitas dari kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* dibandingkan dengan CCBN5651 dalam menurunkan kadar logam besi (Fe) dan zat organik pada air gambut?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui kadar logam besi (Fe) dan zat organik baik sebelum maupun sesudah adsorpsi menggunakan kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) pada air gambut.
2. Mengetahui kadar logam besi (Fe) dan zat organik baik sebelum maupun sesudah adsorpsi menggunakan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) pada air gambut.
3. Mengetahui kondisi massa optimum kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dalam mengadsorpsi logam besi (Fe) dan zat organik pada air gambut?

4. Mengetahui efektivitas dari kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dibandingkan dengan CCBN5651 dalam menurunkan kadar logam besi (Fe) dan zat organik pada air gambut?

#### **1.4. Batasan Masalah**

Adapun batasan dari penelitian ini yaitu:

1. Pada penelitian ini akan menganalisis kandungan besi (Fe) dan zat organik pada air gambut sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651); dan kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) secara adsorpsi.
2. Objek yang diteliti yaitu kondisi massa optimum dan efektivitas adsorpsi logam Fe dan zat organik menggunakan CCBN5651; dan kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) serta mana yang lebih efektif dari keduanya.
3. Penelitian ini hanya melakukan aplikasi CCBN5651 dan kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) pada air gambut.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun dari hasil penelitian ini diharapkan:

1. Untuk Mahasiswa  
Menambah pengetahuan dan wawasan dibidang aplikasi kombinasi adsorben bentonit, karbon aktif cangkang buah karet, *Limestone* dan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) untuk menurunkan kadar logam besi (Fe) dan zat organik.
2. Untuk Pendidikan  
Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan informasi serta referensi bagi akademisi yang ingin melakukan penelitian yang memanfaatkan karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *Limestone*, serta CCBN5651 terhadap adsorpsi logam Fe dan zat organik.
3. Untuk Masyarakat  
Sebagai salah satu teknologi yang dapat digunakan oleh masyarakat yang tinggal di daerah gambut untuk mengolah air gambut menjadi air yang layak digunakan atau air bersih.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Air Gambut

Air gambut adalah air permukaan hasil akumulasi sisa-sisa tumbuhan yang terhambat untuk membusuk secara sempurna dan banyak dijumpai di daerah lahan gambut atau dataran rendah terutama di pulau Kalimantan dan Sumatera (Edwardo, 2014). Daerah rawa gambut menyebabkan kondisi air menjadi tercemar. Air gambut memiliki pH yang rendah, tinggi kandungan logam berat, serta memiliki nilai *Total Suspended Solid*, *Total Dissolved Solid*, *Biological Oxygen Demand* dan *Chemical Oxygen Demand* yang tinggi (Naswir, *et al.* 2014). Air gambut masih membutuhkan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai sumber air untuk keperluan sehari-hari.

Menurut Said, *et al.* (2019), air gambut memiliki warna cokelat hingga hitam pekat yang disebabkan oleh material organik tumbuhan yang berubah menjadi gambut, selain warna air gambut memiliki kekeruhan cukup tinggi, nilai pH yang rendah yaitu kurang dari 7 dan kadar BOD serta COD yang tinggi. Warna air gambut yang cokelat hingga hitam diakibatkan dari tingginya kandungan zat organik (bahan humus) terlarut dalam bentuk asam humus dan turunannya. Asam humus tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon, atau kayu dengan berbagai tingkat dekomposisi. pH air gambut yang rendah menyebabkan air terasa asam yang dapat menimbulkan kerusakan gigi dan sakit perut.

Menurut Syarfi (2007), air gambut adalah air yang mencakup daerah gambut. Warna coklat kemerahan pada air gambut diakibatkan oleh tingginya kandungan zat-zat organik dalam air gambut tersebut yang berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon, dan kayu. Zat-zat organik ini dalam keadaan terlarut memiliki sifat sangat tahan terhadap mikroorganisme dalam waktu yang cukup lama. Ma'ruf dan Yulianto (2016) menyatakan bahwa struktur gambut yang lembut dan mempunyai pori-pori menyebabkannya mudah untuk menahan air dan air pada lahan gambut tersebut dikenal dengan air gambut.

Air gambut berdasarkan parameter baku mutu air tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih. Air gambut mengandung senyawa zat organik terlarut yang menyebabkan air menjadi warna coklat dan bersifat asam, sehingga perlu pengolahan khusus sebelum siap untuk dikonsumsi. Senyawa organik tersebut adalah asam humus yang terdiri dari asam humat, asam fulvat dan humin (Nainggolan, 2011). Dalam berbagai kasus, warna akan semakin tinggi disebabkan oleh adanya logam besi yang terikat oleh asam-asam organik

yang terlarut dalam air tersebut. Struktur gambut yang lembut dan mempunyai pori-pori menyebabkan mudah untuk menahan air, air pada lahan gambut dikenal dengan air gambut.

Menurut Trckova (2005), berdasarkan sumber airnya, lahan gambut dibedakan menjadi dua yaitu:

1. *Bog*

*Bog* merupakan jenis lahan gambut dengan sumber air yang berasal dari air hujan dan air permukaan. Air hujan mempunyai pH agak asam apabila bercampur dengan gambut akan bersifat asam dan berwarna coklat karena terdapat kandungan organik.

2. *Fen*

*Fen* merupakan lahan gambut dengan sumber air yang berasal dari air tanah dan biasanya terkontaminasi oleh mineral sehingga pH air gambut tersebut memiliki pH netral dan basa.

### **Karakteristik Air Gambut**

Karakteristik air gambut dapat dilihat dari beberapa parameter, seperti pH, warna, kesadahan, zat organik, *Total Disolved Solid* (TDS) dan ion-ion logam di dalamnya.

1. Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting pada persyaratan kualitas air mengingat nilai pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba di dalam air akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0, selain itu pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 pH air yang baik yaitu berkisar 6,5-9,2. Apabila pH kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2, maka akan menyebabkan korosif pada pipa-pipa air yang dibuat dari logam dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Air gambut memiliki nilai pH yang rendah. pH rendah pada air gambut ini akan menyebabkan air terasa asam yang dapat menimbulkan kerusakan gigi dan sakit perut.

2. Warna

Warna coklat kemerahan pada air gambut diakibatkan oleh tingginya kandungan zat organik (bahan humus) terlarut terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. Asam humus tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik seperti kayu, ranting, dedaunan dengan berbagai tingkat dekomposisi, namun secara umum telah mencapai dekomposisi yang stabil (Yusnimar, *et al.* 2010). Menurut Fitria dan Suprihanto (2007), warna air gambut dapat dibedakan menjadi dua, yaitu warna sejati dan warna semu. Warna sejati

disebabkan oleh adanya bahan organik yang mudah larut dan beberapa ion logam, jika air tersebut mengandung kekeruhan atau adanya bahan tersuspensi, maka warna tersebut dikatakan warna semu .

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air ntuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus per Aqua*, dan Pemandian Umum, warna yang diperbolehkan tidak boleh melebihi dari 50 TCU. Konsentrasi zat organik di dalam air gambut terlihat dari warnanya, semakin pekat warnanya semakin tinggi kandungan zat organiknya. Selain itu, warna kecoklatan pada air gambut juga dapat berasal dari kandungan logam besi (Fe) yang cukup tinggi.

### 3. Kesadahan

Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion tersebut mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Mn}^{2+}$ . Kesadahan total merupakan kesadahan yang disebabkan oleh  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  secara bersama-sama. Kesadahan menyebabkan sabun tidak berfungsi efektif akibat adanya molekul-molekul Ca, Mg, Fe, dan lainnya sehingga sabun tidak berbusa dan penggunaannya akan semakin banyak. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air ntuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus per Aqua*, dan Pemandian Umum, tingkat kesadahan yang diperbolehkan tidak boleh melebihi dari 500 mg/L.

### 4. Zat Organik

Zat organik adalah zat yang banyak mengandung unsur karbon. Konsentrasi zat organik di dalam air gambut terlihat dari warnanya, semakin pekat warnanya semakin tinggi kandungan zat organiknya (Suherman & Nyoman, 2009). Asam humat atau humus dapat didefinisikan sebagai hasil akhir dekomposisi bahan organik oleh organisme secara aerobik. Asam-asam yang dihasilkan ini akan mempengaruhi warna pada air gambut. Parameter zat organik memiliki batasan maksimal 10 mg/liter berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus per Aqua*, dan Pemandian Umum.

### 5. *Total Dissolved Solid (TDS)*

Padatan terlarut merupakan padatan-padatan yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan padatan tersuspensi. Padatan ini terdiri senyawa-

senyawa anorganik dan organik yang larut air, mineral dan garam-garamnya. Sedangkan *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah padatan yang terlarut berupa mineral, garam, logam serta kation-anion yang terlarut dalam air, termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni ( $H_2O$ ). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion di dalam air. TDS terukur dalam satuan Parts per Million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air (Santoso dan Husni, 2008).

Menurut Situmorang (2007), kelarutan zat padat dalam air atau disebut juga sebagai *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah suatu kondisi terlarutnya zat padat, baik berupa ion, senyawa, dan koloid di dalam air. Misalnya adalah warna air permukaan, baik air sungai maupun air kolam akan terlihat keruh apabila diamati setelah turun hujan yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi di dalam air, sedangkan pada musim kemarau warna air akan terlihat berwarna hijau yang disebabkan oleh adanya ganggang di dalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah sehingga tidak terlihat oleh indra penglihatan.

Menurut Said, *et al.* (2019) TDS dapat disebabkan oleh senyawa organik maupun non-organik, namun pada air gambut TDS berasal dari bahan organik yaitu gambut yang terkontaminasi air. TDS memiliki ukuran kurang dari satu nanometer dengan satuan ppm atau mg/l. Nugroho (2013) menyebutkan bahwa air dengan nilai TDS tinggi sangat tidak baik untuk kesehatan manusia. Mineral dalam air tidak hilang dengan cara direbus. Bila terlalu banyak mineral anorganik di dalam tubuh dan tidak dikeluarkan, maka seiring berjalannya waktu akan mengendap di dalam tubuh yang akan mengakibatkan efek buruk kesehatan berupa penyumbatan pada bagian tubuh manusia. Apabila zat tersebut mengendap di mata akan menyebabkan katarak, pada ginjal akan mengakibatkan batu ginjal atau batu empedu, di pembuluh darah akan mengakibatkan pengerasan pembuluh darah, tekanan darah tinggi, stroke dan lain sebagainya.

Kandungan *Total Dissolved Solid* (TDS) pada air gambut di daerah Jambi pada musim hujan sekitar 17-277 mg/L sedangkan pada musim kemarau kandaungan TDS sebesar 0,29-524 mg/L (Naswir, *et al.* 2012). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, kadar TDS tidak boleh melebihi 1000 mg/l.

## 6. Besi (Fe)

Besi memiliki simbol (Fe) dan merupakan jenis logam yang memiliki warna putih keperakan. Besi di dalam susunan unsur berkala termasuk logam

golongan VIII dengan ciri-ciri yaitu berat atom 55,85 g.mol<sup>-1</sup> , nomor atom 26, berat jenis 7.86 g.cm<sup>-3</sup> dan umumnya mempunyai valensi 2 dan 3 (Eaton *et al*, 2005). Besi berada pada urutan keempat terbesar pada kerak bumi. Besi tersebut ditemukan dalam bentuk kation ferro (Fe<sup>2+</sup>) dan ferri (Fe<sup>3+</sup>). Pada perairan alami dengan nilai pH sekitar 7 dan kadar oksigen terlarut yang cukup, ion ferro yang bersifat mudah larut dioksidasi menjadi ion ferri. Pada oksidasi ini terjadi pelepasan elektron. Sebaliknya. pada reduksi ferri menjadi ferro terjadi penangkapan elektron. Proses oksidasi dan reduksi ini tidak melibatkan oksigen dan hidrogen (Eckenfelder, 1989; Mackereth *et al*, 1989).

Pada air yang tidak mengandung oksigen seperti air tanah, besi berada sebagai Fe<sup>2+</sup> (ferro) yang cukup dapat terlarut, sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi, Fe<sup>2+</sup> teroksidasi menjadi Fe<sup>3+</sup>. Fe<sup>3+</sup> ini sulit larut pada pH 6 sampai 8, bahkan dapat menjadi ferihidroksida Fe(OH)<sub>3</sub> atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan bisa mengendap. Dalam air sungai, besi berada sebagai Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> terlarut dan Fe<sup>3+</sup> dalam bentuk senyawa organis berupa koloid (Alaerts, 1984).

Air dengan kandungan besi tinggi apabila bersentuhan dengan udara akan menjadi keruh, berbau dan tidak layak dikonsumsi. Kekeruhan dan warna kuning terbentuk karena oksidasi besi (II) menjadi besi (III) berupa endapan koloid berwarna kuning. Karena oksidasinya berlangsung perlahan terutama pada pH kurang dari 6 maka pembentukan dan pengendapan Fe(OH)<sub>3</sub> atau Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> berlangsung sangat lambat (Kacaribu, 2008).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air ntuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus per Aqua*, dan Pemandian Umum, kadar besi ( Fe) untuk air bersih maksimal adalah 1 ppm, sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan NO. 492 Tahun 2010 untuk air minum adalah maksimal 0.3 ppm.

## **2.2. Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan metode yang sering digunakan untuk menghilangkan zat pencemar atau limbah dalam air, dengan cara kerja molekul yang dapat menempel pada permukaan zat adsorben (Hanum *et al*, 2017). Menurut Oscik (1982) adsorpsi adalah proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul atau suatu akibat dari medan gaya pada permukaan adsorben yang menarik molekul-molekul gas, uap atau cairan. Sedangkan menurut Alberty dan Daniel (1992) adsorpsi yaitu fenomena yang terjadi pada permukaan. Adsorpsi secara umum dapat didefinisikan sebagai akumulasi sejumlah molekul, ion atau atom yang

terjadi pada batas antara dua fasa. Fasa yang menyerap disebut adsorben dan fasa yang diserap disebut adsorbat. Kebanyakan adsorben berasal dari bahan-bahan yang memiliki pori karena akan terjerap pada dinding-dinding pori tersebut.

Menurut Giyatmi (2008) adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Pada adsorpsi ada yang disebut adsorben dan adsorbat.

Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap, sedangkan menurut Saragih (2008) adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben biasanya menggunakan bahan-bahan yang berpori sehingga proses adsorpsi terjadi pada pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel tersebut. Umumnya pori-pori yang terdapat dalam adsorben sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainnya.

Aktivasi adsorben dapat dilakukan dengan aktivasi fisika maupun kimia. Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan  $\text{CO}_2$  (Sembiring dan Sinaga, 2003). Menurut Raharjo (1997) metode aktivasi secara fisika yaitu menggunakan gas karbondioksida, oksigen, uap air dan nitrogen. Gas-gas tersebut memiliki fungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga permukaannya semakin luas, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor yang terdapat pada adsorben. Kenaikan temperatur aktivasi pada kisaran  $450^\circ\text{C}$ - $700^\circ\text{C}$  dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari adsorben

Aktivasi kimia yaitu suatu proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan memakai bahan-bahan kimia (Sembiring dan Sinaga, 2003). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam seng klorida ( $\text{ZnCl}_2$ ), magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) dan natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ). Bahan-bahan pengaktif tersebut memiliki fungsi sebagai pendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada

aktivasi berikutnya, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga dapat mengurangi terjadinya oksidasi (Manocha, 2003).

Menurut Reynolds (1982), terdapat 4 tahap mekanisme penyerapan adsorben terhadap zat terlarut yaitu:

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. *Film diffusion process* yaitu difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film yang mengelilingi adsorben
3. *Pore diffusion process* yaitu difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler atau pori dalam adsorben.
4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben.

### **2.3. Karbon Aktif**

Menurut Darmawan (2008), karbon aktif adalah senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang dengan perlakuan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu (selektif), tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif.

Menurut Doke dan Ejazuddin (2017), adsorben dari karbon aktif memiliki perbedaan unsur karbon dengan oksidasi dari atom karbon yang ditemukan pada permukaan luar dan dalam. Karbon aktif tersebut banyak digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan berbagai jenis logam berat yang disebabkan oleh zat organik dan zat warna yang mencemari lingkungan. Karbon aktif biasanya dibuat dari bahan berbasis karbon, seperti batubara, lignin, bahan lignoselulosa, polimer sintetis, dan limbah karbon.

Proses karbonisasi atau pengarangan merupakan proses untuk memecah bahan organik menjadi sebuah karbon tanpa udara yang terjadi pada suhu 400-900°C (Setiawati dan Suroto, 2016). Proses tersebut bertujuan untuk menguapkan zat-zat volatile sehingga dapat membuka pori-pori permukaan karbon aktif (Murtono dan Iriany 2017). Sifat adsorpsi karbon aktif sangat tergantung pada porositas permukaannya. Karbon aktif memiliki bentuk pori yang berbeda-beda, seperti silinder, persegi panjang, dan bentuk lain yang tidak teratur (Sudirjo, 2006).

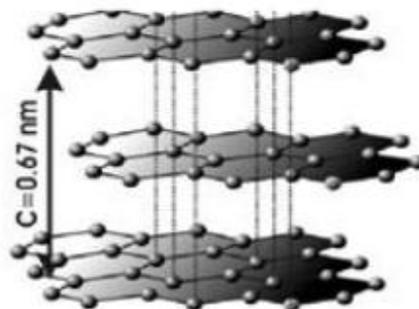
Gugus fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika dilakukan aktivasi. Tujuan proses aktivasi untuk menambah atau memperbesar diameter

pori karbon dan mengembangkan volume yang terserap dalam pori serta untuk membuka poripori baru (Prabarini dan Okayadnya, 2014). Gugus fungsi ini menyebabkan permukaan karbon aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorpsinya (Sudirjo, 2006).

Pada umumnya karbon aktif digunakan sebagai bahan pembersih, penjerap dan bahan pengemban katalisator. Pada industri karet ban, karbon aktif yang mempunyai sifat radikal dan serbuk sangat halus digunakan sebagai bahan aditif kopolimer. Adapun beberapa fungsi karbon aktif yaitu:

1. Karbon aktif berfungsi sebagai filter untuk menjernihkan air.
2. Karbon aktif berfungsi sebagai adsorben pemurnian gas.
3. Karbon aktif berfungsi sebagai filter industri minuman.
4. Karbon aktif berfungsi sebagai penyerap hasil tambang dalam industri pertambangan.
5. Karbon aktif berfungsi sebagai pemucat atau penghilang warna kuning pada gula pasir.
6. Karbon aktif berfungsi untuk mengolah limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya).
7. Dapat berfungsi sebagai pembersih udara ruangan dari kandungan uap air.

Karbon aktif memiliki bentuk amorf yang terdiri dari pelat-pelat datar di mana atom-atom karbonnya tersusun dan terikat secara kovalen dalam kisi heksagonal. Hal tersebut telah dibuktikan dengan penelitian menggunakan sinar-X yang menunjukkan adanya bentuk-bentuk kristalin yang sangat kecil dengan struktur grafit.



*Sumber: Sontheimer, 1985*

**Gambar 1.** Struktur Fisik Karbon Aktif

Daerah kristalin memiliki ketebalan 0,7-1,1 nm. Hal ini menunjukkan adanya 3 atau 4 lapisan atom karbon dengan kurang lebih terisi 20-30 heksagon pada tiap lapisannya. Rongga antara kristal-kristal karbon diisi oleh

karbon-karbon amorf yang berikatan secara tiga dimensi dengan atom-atom lainnya terutama oksigen. Susunan karbon yang tidak teratur tersebut akan diselingi oleh retakan-retakan dan celah yang disebut pori dan pada umumnya berbentuk silindris

Persyaratan mutu karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 terlihat pada Tabel 1. bahwa untuk mengetahui mutu dari karbon aktif dapat dilihat dari beberapa jenis uji yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon tertambat dan daya serap terhadap I<sub>2</sub>.

**Tabel 1.** Persyaratan Mutu Karbon Aktif Menurut SNI No. 06-3730-1995

Jenis Uji	Persyaratan	
	Butiran	Serbuk
Kadar air	Maks. 4,5%	Maks. 15%
Kadar Abu	Maks. 2,5%	Maks. 10%
Kadar zat terbang	Maks. 15%	Maks. 25%
Kadar karbon tertambat	Min. 80%	Maks. 65%
Daya serap terhadap I <sub>2</sub>	Min. 750 mg/g	Min. 750 mg/g

#### 2.4. Cangkang Buah Karet

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*), merupakan tanaman asli dari lembah sungai Amazon, Brazil, Amerika Selatan. Tanaman ini dapat tumbuh baik di daerah daratan rendah dengan ketinggian 200 m dari permukaan yang membutuhkan sinar matahari minimum 5-7 jam perhari. Karet mampu tumbuh hingga mencapai ketinggian 15-25m.

Secara fisik cangkang buah karet mencirikan sebagai tumbuhan yang berlignin karena memiliki konstruksi cangkang yang keras. Selain pemanfaatannya yang masih kurang optimal, jika dibandingkan dengan bagian buah lainnya, cangkang buah karet termasuk bagian yang mengandung lignin cukup banyak, sehingga bagian ini cukup potensial untuk diolah menjadi produk karbon aktif yang sangat bermanfaat dan bernilai jual. Hal ini akan membuat cangkang buah karet akan menjadi lebih termanfaatkan.

Menurut Safitri (2003) kandungan dalam cangkang buah karet dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 2.** Komposisi Kimia yang Terkandung dalam Cangkang Buah Karet

Komponen Penyusun	Persentase (%)
Selulosa	48,64
Lignin	33,54
Pentosan	16,81
Kadar Abu	1,25
Kadar Silika	0,52

*Sumber : Safitri (2003)*

Arofah (2018) telah melakukan pembuatan karbon aktif dari cangkang buah karet dengan menggunakan aktivator asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dan telah diuji

karakteristiknya menggunakan SNI 06-3730-1995. Karakteristik tersebut antara lain variabel kadar air, kadar abu, pengujian daya serap terhadap larutan iodium dan metilen biru. Berdasarkan penelitian tersebut, karbon aktif cangkang buah karet yang dikarbonisasi pada suhu 500°C memiliki luas permukaan 69565,27 m<sup>2</sup>/mg dan memiliki spesifikasi seperti pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Spesifikasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet

Spesifikasi	Nilai
Kadar Air (%)	4,1
Kadar Abu (%)	4,8
Daya Jerap Metilen Biru (mg/g)	18,8
Daya Jerap Iodin (mg/g)	5681

*Sumber : Arofah (2018)*

## 2.5. Bentonit

Bentonit merupakan mineral alumina silikat hidrat yang termasuk dalam pilosilikat, atau silikat berlapis yang terdiri dari jaringan tetrahedral (SiO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> yang terjalin dalam bidang tak hingga membentuk jaringan anion (SiO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup> dengan perbandingan Si/O sebesar 2/5. Rumus kimia umum bentonit adalah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.4SiO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O. 85% kandungan bentonit adalah montmorilonit. (Aviantari, 2008)

Berdasarkan jenisnya, bentonit dibagi menjadi dua, yaitu :

### 1. Na-bentonit – *Swelling* bentonit (Tipe *Wyoming*)

Na bentonit mempunyai daya mengembang hingga delapan kali apabila dicelupkan ke dalam air, dan beberapa waktu akan tetap terdispersi di dalam air. Dalam keadaan kering berwarna putih atau krem, pada keadaan basah dan terkena sinar matahari akan berwarna mengkilap.

Kandungan Na<sub>2</sub>O dalam natrium bentonit umumnya lebih besar dari 2%. Karena sifat-sifat tersebut maka mineral ini sering digunakan untuk lumpur pemboran, penyumbat kebocoran bendungan pada teknik sipil, bahan pencampur pembuatan cat, bahan baku farmasi, dan perekat pasir cetak pada industri pengecoran logam.

### 2. Ca-bentonit – *non swelling* bentonit.

Tipe bentonit ini kurang mengembang apabila dicelupkan ke dalam air, dan tetap terdispersi di dalam air. Akan tetapi baik secara alami atau setelah diaktifkan bentonit tipe ini mempunyai sifat menghisap yang baik. Perbandingan kandungan Na dan Ca rendah dan suspensi koloidal memiliki pH 4 - 7. Posisi pertukaran ion lebih banyak diduduki oleh ion-ion kalsium dan magnesium. Dalam keadaan kering bersifat rapid slaking, berwarna abu-abu,

biru, kuning, merah dan coklat. pada proses pemurnian minyak goreng, bentonit perlu diaktivasi terlebih dahulu.

Senyawa yang terkandung dalam bentonit dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Senyawa Kimia Pada Bentonit

Senyawa Kimia	Na-Bentonit (%)	Ca-Bentonit (%)
SiO <sub>2</sub>	61,3 – 1.361,4	62,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,0.68	17,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.9	5.30
CaO	0.6	3.68
MgO	1.3	3.30
Na <sub>2</sub> O	2.2	0.50
K <sub>2</sub> O	0.4	0.55
H <sub>2</sub> O	7.2	7.22

Sumber: Arita (2015) dalam Lusia (2019)

Naswir, *et al.* (2013) menyatakan bahwa Jambi memiliki deposit bentonit cukup banyak tetapi belum digunakan secara efektif. Dari survey yang dilakukan oleh PT. Mapalus Manggala Engineering diketahui bahwa deposit bentonit ditemukan di Bangko 4400 Ha, Bungo dan Tebo 520 Ha, Batanghari 1350 Ha dan Sarolangun 200 Ha. Bentonit memiliki kemampuan adsorpsi yang baik sehingga dapat digunakan untuk menyerap zat organik dan besi (Fe) yang terkandung dalam air gambut.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Naswir, *et al.* (2013) bentonit di daerah Jambi pada umumnya terdiri dari 4 jenis mineral yaitu kaolinit, monmorilonit, kuarsa dan kristobalt. Mineral monmorilonit terbanyak ditemukan pada bentonit Biku Tanjung yaitu 72,3%, 69,8% dan Pulau Rengas Pauh sebanyak 65,9% dengan kepadatan rata-rata 2193 g<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>. Karakteristik bentonit tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5.** Kandungan Mineral Bentonit

Bentonit (Daerah)	% Weight Mineral				Density (g <sup>1</sup> cm <sup>-3</sup> )	μ/dx mix (cm <sup>1</sup> g <sup>-3</sup> )
	Kaolin	Quartz	Montmorilonit	Cristobalit		
Tanjung Biku	10,3	4	65,9	19,7	2,210	25,0
Pauh	39,0	0,4	56,2	-	2,087	22,4
Tanjung Rambei	21,6	18,2	59,8	0,81	2,114	24,1
Pulau Pandan	0,86	21,4	29,6	0,55	2,380	26,2
Pulau Rengas	0,76	0,20	75,3	15,4	2,174	23,4

Sumber: Naswir, *et al.* (2013)

## 2.6. Clean Chemical Bentone (CCBN)

CCBN merupakan singkatan dari *Clean Chemical Bentonit*, yang didefinisikan sebagai campuran beberapa bahan kimia seperti bentonit sebagai

penjernih. Bahan baku utam yang digunakan dari CCBN ini antara lain bentonit dan beberapa bahan pendukung lain seperti karbon aktif dan pasir. *Clean Chemical Bentonit* (CCBN) merupakan teknologi baru yang tepat guna dalam pengolahan air gambut. Teknologi ini mempunyai beberapa keunggulan seperti efektifitas dan efesiensinya sangat baik, mudah diterapkan kepada masyarakat, *maintenance* dan pemeliharannya sangat mudah, dan bahan baku tersedia sangat banyak di Jambi (Naswir, 2009)

Formula CCBN mengandung partikel halus dari bentonit yang dapat larut dalam air dan dikonversi menjadi partikel koloid pada air gambut serta menghasilkan muatan pada permukaannya untuk stabilisasi suspensi. Dengan penambahan bahan-bahan kimia seperti portlandit dan kalsit, permukaan koloid dapat dikonversi menjadi molekul yang lebih besar dan dapat diendapkan sehingga memudahkan pemisahan padatan dengan cara gravitasi filtrasi. (Naswir *et al.* 2015)

Formulasi CCBN dibuat dengan mencampurkan bahan baku utama dan bahan aditif lainnya sebanyak 20 formulasi dengan masing-masing 10 formulasi menggunakan bentonit teraktivasi dan 10 formulasi menggunakan bentonit tidak teraktivasi. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi yang dibuat dengan bentonit yang tidak di aktivasi yaitu CCBN 5651 adalah yang paling baik dalam mengolah air gambut. Formulasi ini mampu menaikkan pH air gambut dari 3,62 menjadi 7,32 dan menurunkan warna hingga 93,99%, zat organik 89,47% dan Fe sebesar 86,69% (Naswir, *et al.* 2015).

## **2.7. Limestone**

Batu kapur (*limestone*) merupakan jenis batuan karbonat yang terjadi di alam, sering disebut juga dengan batu gamping. Kandungan dalam batu kapur ini yaitu berupa mineral. Mineral utama dalam batu kapur adalah kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ), mineral lainnya berupa mineral pengotor, biasanya terdiri dari kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ), karbonat yang berasosiasi dengan mineral besi dan mineral lempung, serta bahan organik sisa tumbuhan. Batu kapur sendiri termasuk kedalam golongan batuan sediment ataupun batuan endapan. Selain kalsit di alam ditemukan pula mineral karbonat lainnya yaitu aragonit ( $\text{CaCO}_3$ ) yang mempunyai komposisi kimia sama dengan kalsit namun struktur kristalnya berbeda yaitu sistem ortorombik. Aragonit ditemukan pada kulit kerang (oyster shells) dan keong (oolites). Aragonit bersifat metastabil, dalam waktu lama akan berubah menjadi kalsit. Mineral karbonat lain yang berasosiasi dengan kalsit adalah siderit ( $\text{FeCO}_3$ ), ankerit ( $\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$ ), dan magnesit ( $\text{MgCO}_3$ ), mineral-mineral tersebut umumnya ditemukan dalam jumlah kecil (Aziz, 2010).

Cangkang kerang merupakan bahan alternatif yang mengandung kadar CaO cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengapuran. Ketika kapur CaO direaksikan dengan air (H<sub>2</sub>O) maka akan membentuk Ca(OH)<sub>2</sub> dan meningkatkan konsentrasi ion hidroksida (OH<sup>-</sup>) yang merupakan pembawa sifat basa, sehingga pH air meningkat. Penggunaan kapur dari cangkang kerang sebanyak 1,05 g/L air, dapat menaikkan pH dari 4,54 menjadi 7 (Surest, 2012). Cangkang kerang mengandung kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) dalam kadar yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik, atau bahan lainnya. Hal ini terlihat dari tingkat kekerasan cangkang kerang. Semakin keras cangkang, maka semakin tinggi kandungan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) nya (Setyowati & Chairudin, 2016).

Kandungan senyawa kimia pada cangkang kerang berdasarkan hasil analisis di Baristand Industri Banda Aceh dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 6.** Kandungan Senyawa Cangkang Kerang

No	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil
1	Calcium (Ca)	%	AAS	53,05
2	Natrium (Na)	%	AAS	0,08
3	Phospor (P)	%	Spektrofotometri	0,05
4	Magnesium (Mg)	%	AAS	0,05
5	Tembaga (Cu)	Ppm	AAS	16,36
6	Nikel (Ni)	Ppm	AAS	<0,0001
7	Seng (Zn)	Ppm	AAS	15,76
8	Selenium (Si)	%	Gravimetri	0,1
9	Boron (B)	Ppm	AAS	<0,0001
10	Besi (Fe)	%	AAS	0,02

Sumber : Setyowati dan Chairudin, 2016

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Surest (2012) menyatakan bahwa limbah kulit kerang dapat dimanfaatkan untuk menaikkan pH pada proses pengelolaan air rawa menjadi air bersih. Penambahan kalsium oksida akan memberikan hasil yang lebih baik terhadap kualitas air bersih. Menurut Prastowo, *et al.* (2017) menyatakan bahwa penambahan koagulan dari cangkang kerang dapat meningkatkan pH pada air gambut. Semakin keras kulit kerang yang digunakan, maka semakin banyak kandungan kalsium oksida di dalamnya. Sedangkan Menurut Naswir dan Intan, (2014) penambahan cangkang kerang yang telah di kalsinasi dapat menaikkan pH air gambut, mengurangi TDS, zat organik dan logam besi.

### 2.8. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Metode SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada  $\lambda$  ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik.

Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi.

Unsur-unsur dalam cuplikan atau sampel diidentifikasi dengan sensitivitas dan limit deteksi pada teknik pengukuran ini dapat mencapai  $< 1$  mg/L (1 ppm) bila menggunakan lampu nyala biasa dan dapat dicapai sampai 0,1 ppm dengan menggunakan prosedur SSA yang lebih canggih.

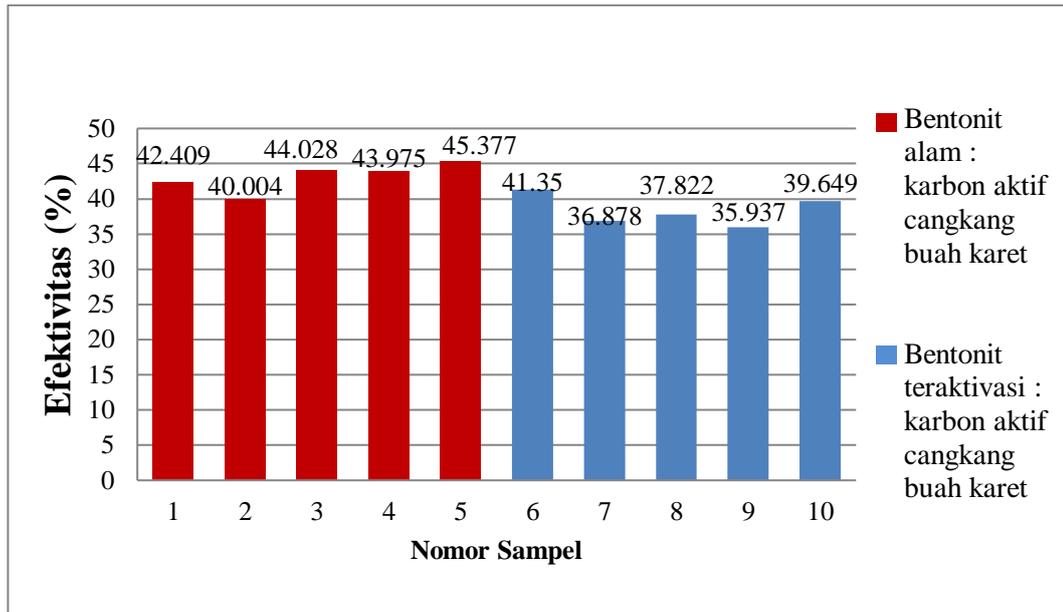
Secara umum prinsip dasar Spektrofotometri serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorbansi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrofotometri Serapan Atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel.

Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya.

### **2.9. Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet dan Bentonit untuk Menurunkan Kadar Logam Fe dan Warna Pada Air Gambut di Desa Pandan Jaya, Kecamatan Geragai, Tanjung Jabung Timur.**

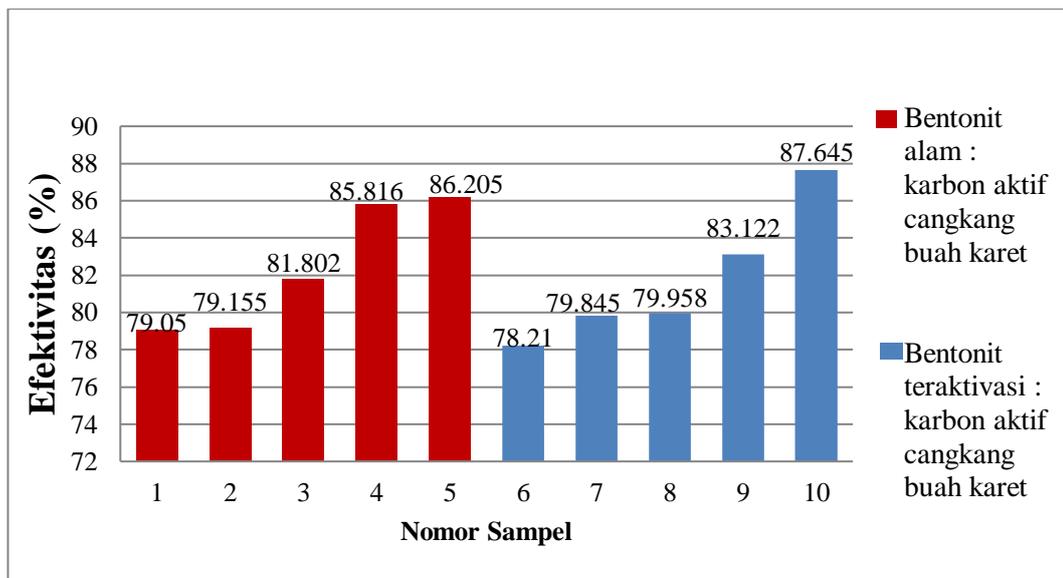
Berdasarkan penelitian oleh Lusiana (2019), kadar Fe dan warna pada air gambut di Desa Pandan Jaya, Kecamatan Geragai, Kabupaten Tanjung Jabung Timur berturut-turut sebesar 15,196 mg/L sedangkan baku mutu yang diizinkan adalah 1 mg/L dan warna sebesar 607,32 Pt-Co sedangkan baku mutu yang diizinkan yaitu sebesar 50 Pt-Co sehingga kadar tersebut telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 Tahun 2017 Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lusiana (2019), adsorpsi dilakukan dengan menggunakan bahan kombinasi dari karbon aktif cangkang buah karet dan bentonit untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan warna pada air gambut. Berdasarkan penelitian tersebut, diperoleh hasil seperti pada diagram di bawah ini.



**Gambar 2.** Efektivitas adsorpsi logam besi (Fe)

Berdasarkan dari data pada **Gambar 2.** menunjukkan bahwa hasil adsorpsi kadar logam besi (Fe) terbaik pada kondisi optimum terdapat pada perbandingan massa 3:1 yaitu 1,5 gr bentonit alam dan 0,5 gr karbon aktif cangkang buah karet dengan efektivitas sebesar 45,377%. Pada massa tersebut kadar awal Fe 15,196 mg/L turun menjadi 8,301 mg/L sehingga penurunan kadar Fe sebesar 6,895 mg/L atau Fe yang terjerap sebanyak 0,858 mg/gr adsorben (Lusia, 2019). Sedangkan penurunan kadar warna dapat dilihat pada Gambar.



**Gambar 3.** Efektivitas Adsorpsi Warna

Berdasarkan dari data pada **Gambar 3.** menunjukkan bahwa perbandingan massa terbaik untuk pada kondisi optimum terhadap penurunan intensitas warna adalah 3:1 yaitu 1,5 gr bentonit teraktivasi dan 0,5 gr karbon aktif cangkang buah karet dengan efektivitas adsorpsi sebesar 87,645%. Pada massa tersebut penurunan intensitas warna sebanyak 532,283 mg/L yang mana kadar awal warna dari 607,32 Pt-Co turun menjadi 75,037 Pt-Co, atau penurunan intensitas warna sebesar 66,535 mg/gr adsorben. Kemudian massa terbaik dalam menurunkan intensitas warna berikutnya adalah perbandingan massa 3:1 yaitu 1,5 gr bentonit alam dan 0,5 gr karbon aktif cangkang buah karet, dengan efektivitas adsorpsi sebesar 86,205% dan penurunan intensitas warna sebesar 523,543 Pt-Co, dengan intensitas awal sebelum pengontakan adalah 607,32 Pt-Co dan intensitas akhir setelah pengontakan dengan adsorben adalah 83,777 Pt-Co sehingga besarnya penurunan intensitas warna adalah 65,443 mg/g adsorben (Lusia, 2019).

## METODE PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Provinsi Jambi untuk menguji kadar logam besi (Fe) dan Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Jambi untuk menguji kadar zat organik; sedangkan pengambilan sampel air gambut dilakukan di Desa Arang-Arang, Kumpeh Ulu, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi.

Lokasi ini dipilih karena menurut penelitian terdahulu, memiliki kualitas air gambut yang cocok untuk penelitian yaitu kadar logam besi (Fe), zat organik, dan warna yang tinggi dan melebihi batas baku mutu yang diperbolehkan. Lokasi ini juga jauh dari pemukiman penduduk, sehingga air gambut tidak terkontaminasi dengan air limbah rumah tangga. Penelitian ini berlangsung selama bulan Juli 2020 - Januari 2021.



**Gambar 4.** Lokasi Pengambilan Sampel Air Gambut

### 3.2. Alat dan Bahan

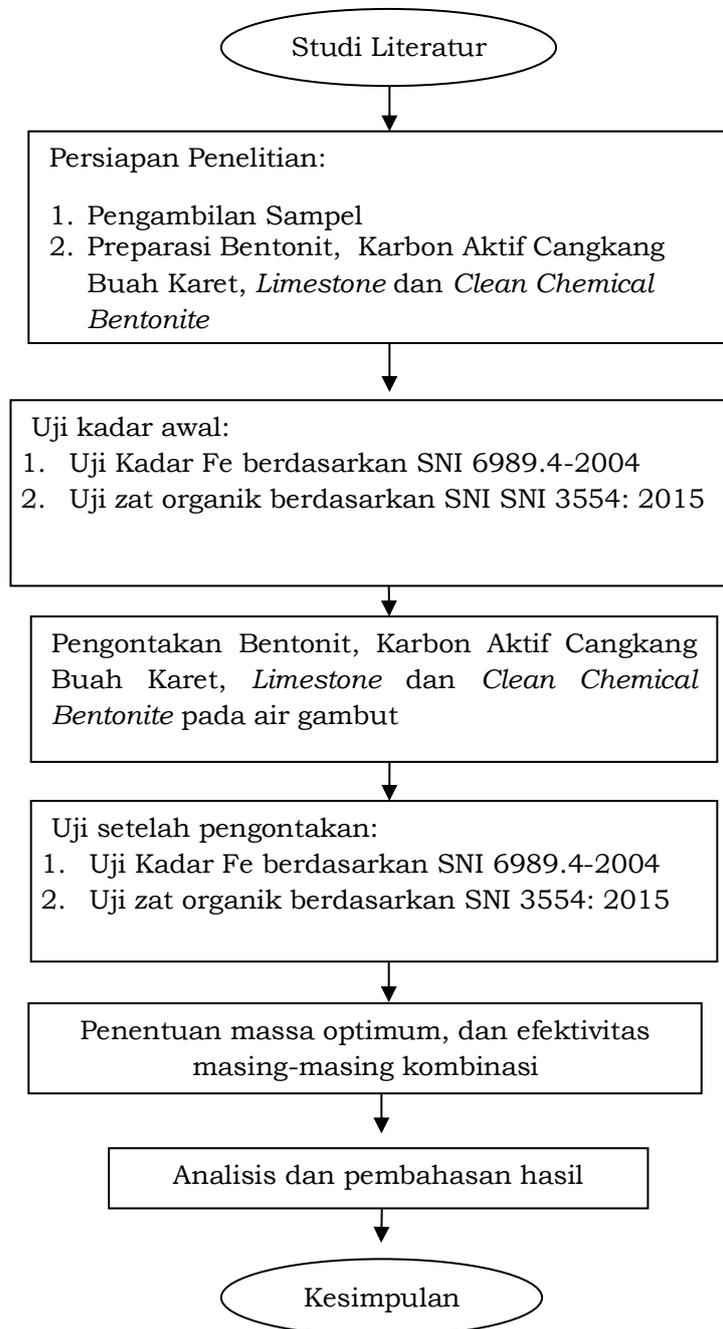
#### Alat

1. Timbangan analitik
2. Gelas beaker 2000 mL
3. Labu ukur 100 mL, 250 mL, dan 1000 mL
4. *Magnetic stirrer*
5. Spektrofotometri serapan atom (SSA)
6. Pipet tetes
7. Lumpang dan mortar
8. *Shaker*
9. pH meter
10. Ayakan 120 Mesh
11. Oven
12. Batang Pengaduk
13. Desikator
14. Furnace

#### Bahan

1. Air gambut
2. Bentonit
3. Cangkang buah karet
4.  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{KMnO}_4$
6. Larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  10%
7. Aquades
8. *Limestone*
9. Larutan  $\text{HNO}_3$
10. *Clean Chemical Bentone 5651*

### 3.3. Skema Penelitian



**Gambar 5.** Skema Alur Penelitian

### 3.4. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah air gambut di Desa Arang-arang, Kabupaten Muaro Jambi. Sedangkan sampel yang diambil adalah air anak sungai. Air anak sungai yang akan dipilih adalah air dari anak sungai yang tidak terkontaminasi oleh air buangan dari rumah-rumah warga

Sampel air yang akan dipilih adalah air dari anak sungai yang tidak terkontaminasi oleh air buangan dari rumah-rumah warga yaitu berada pada titik koordinat 1°36'56.53"S dan 103°47'57.72"T.

### **3.5. Metode Penelitian**

#### **Persiapan Adsorben**

##### a. Persiapan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet

Cangkang buah karet dicuci hingga bersih dari debu dan partikel pengotor lainnya kemudian dikeringkan. Setelah dikeringkan cangkang buah karet di pecah menjadi ukuran yang lebih kecil untuk memudahkan proses karbonisasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Arofah (2018) karbonisasi cangkang buah karet terbaik pada suhu 500° selama 1 jam.

Cangkang buah karet yang sudah dikarbonisasi kemudian di gerus hingga halus dan diaktivasi dengan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10%. Aktivasi dilakukan dengan merendam cangkang buah karet di dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% selama 24 jam. Cangkang buah karet yang telah diaktivasi kemudian diayak menggunakan ayakan 120 mesh. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Arofah (2018), karbonisasi cangkang buah karet ukuran 120 *mesh* dan suhu 500°C memiliki kadar air terbaik yaitu sebesar 4,1%. Kadar air adalah salah satu indikator kualitas karbon, apabila kadar air karbon semakin tinggi maka akan menyebabkan daya serap arang semakin berkurang (Rosalina, 2017).

##### b. Persiapan Bentonit

Bentonit yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bentonit alam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lusia (2019) telah didapatkan hasil bahwa massa optimum yang dibutuhkan bentonit dalam mengurangi kadar Fe sebanyak 1,5 gram. Bentonit yang digunakan pada penelitian ini adalah bentonit yang berasal dari daerah Sungai Rengas Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Menurut Naswir (2013) bentonit yang berasal dari Sungai Rengas memiliki kandungan mineral *montmorillonit* yang cukup tinggi yaitu 69,8%, *montmorillonit* tersebut mengandung mineral Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Si.H<sub>2</sub>O dan mineral lain seperti Ca dan Mg. Mineral terkandung yang cukup tinggi tersebut sangat efektif untuk proses adsopsi dalam air.

Bentonit ditimbang sebanyak 100 gram kemudian dicuci dengan akuades, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam untuk menghilangkan kadar air. Bentonit yang telah dikeringkan kemudian ditumbuk sampai halus, lalu diayak dengan ayakan 120 mesh (Naswir, *et al.* 2013). Selanjutnya hasil ayakan disimpan dalam desikator.

c. Persiapan *Limestone*

Cangkang kerang yang telah disediakan dicuci hingga bersih dengan akuades kemudian dibakar dalam *furnace* pada suhu 800°C selama 6 jam. Setelah dingin cangkang kerang dihaluskan kemudian disaring menggunakan saringan 100 mesh (Muhammad Naswir *et al.*, 2019). Kemudian *Limestone* ditimbang sebanyak 5 gram. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Surest, *et al.* (2012), penggunaan kapur dari cangkang kerang sebanyak 1,05 g/L air, dapat menaikkan pH dari 4,54 menjadi 7.

d. Persiapan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651)

*Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) yang digunakan yaitu CCBN5651 yang telah siap pakai. CCBN5651 ditimbang sebanyak 100 gram. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Naswir, *et al.* (2015) penggunaan CCBN5651 sebanyak 2 g/L dapat menaikkan pH dari 3,62 menjadi 7, 32, menurunkan warna sampai 93,99%, menurunkan zat organik sampai 89,47% dan besi (Fe) sebanyak 86,69%.

### **Persiapan Sampel Air Gambut**

Sampel air gambut diambil pada air permukaan yaitu tepatnya air anak sungai di Desa Arang-arang, Kabupaten Muaro Jambi. Pengambilan sampel berdasarkan SNI 6989.57:2008 tentang metoda pengambilan contoh air permukaan. Berikut adalah cara pengambilan contoh sampel air permukaan:

1. Siapkan alat pengambil contoh sesuai dengan saluran pembuangan,
2. Bilas alat dengan contoh air gambut yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali,
3. Ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan,
4. Contoh air kemudian disaring dengan saringan pori 0,45  $\mu\text{m}$ .
5. Masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis,
6. Pengambilan contoh untuk parameter pengujian di laboratorium dilakukan pengawetan, larutan yang digunakan untuk mengencerkan larutan kerja  $\text{HNO}_3$  sampai pH < 2.

### **Penentuan Kadar Logam Besi (Fe) dan Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ )**

a. Pembuatan Larutan Standar Fe

1) Larutan standar Fe 50 mg/L

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sebanyak 0,060379 gram ditimbang kemudian masukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Kemudian ditambahkan larutan pengencer sampai tanda tera dan homogenkan.

2) Larutan standar seri Fe 1, 2, dan 3 mg/L

Larutan standar dibuat dengan seri 1 mL, 2 mL dan 3 mL yang dipipet dari larutan standar Fe 50 ppm, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan larutan pengencer sampai tanda tera kemudian homogenkan.

b. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi standar untuk penentuan logam Fe dibuat dengan menggunakan  $\text{FeCl}_3$ , dengan konsentrasi larutan standar dibuat pada konsentrasi 1 mg/L, 2 mg/L dan 3 mg/L. Pengukuran adsorban menggunakan alat AAS. Kurva kalibrasi diperoleh dengan membuat kurva antara konsentrasi terhadap serapan pada masing-masing konsentrasi.

c. Pengukuran Kadar Logam Besi (Fe)

Pengukuran kadar logam besi (Fe) yang dilakukan sebelum pengontakan dengan adsorben dan setelah pengontakan dengan variasi perbandingan adsorben. Alat yang digunakan untuk menganalisis kadar logam Fe adalah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 248,3 nm.

d. Pengukuran Zat Organik

Pengukuran sampel air gambut yang dilakukan sebelum dan sesudah pengontakan adsorben. Pengujian ini berdasarkan SNI 3554:2015 dengan menggunakan metode titrimetri. Hasil pengukuran ini berupa nilai permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ). Titrasi permanganometri dipilih karena menurut Apriyanti dan Ersy, (2018) memiliki beberapa kelebihan, diantaranya yaitu lebih mudah digunakan dan efektif, karena reaksi ini tidak memerlukan indikator, hal ini dikarenakan larutan  $\text{KMnO}_4$  sudah berfungsi sebagai indikator, yaitu ion  $\text{MnO}_4^-$  berwarna ungu, setelah direduksi menjadi ion Mn tidak berwarna, dan disebut juga sebagai autoindikator (Sari, 2018).

### 3.6. Percobaan Adsorpsi-koagulasi

#### Adsorpsi menggunakan *Clean Chemical Bentone (CCBN) 5651*

*Clean Chemical Bentone (CCBN5651)* digunakan sebagai pembanding dengan satu variasi massa terhadap Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone (CKBL)*. CCBN5651 diaplikasikan dalam 250 ml air gambut dengan dosis 1,5 gr/L. Larutan diaduk selama 1 menit dan didiamkan selama 30 menit. Larutan kemudian disaring dan filtratnya di uji.

Pada percobaan ini hanya terdapat satu perlakuan, yaitu proses adsorpsi-koagulasi dengan menggunakan CCBN5651 0,375 gr sesuai dengan tabel berikut.

**Tabel 7.** Perlakuan CCBN5651

Parameter	Perlakuan
Besi (Fe) dan zat organik	0,375 gram CCBN5651

### **Adsorpsi Menggunakan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL)**

Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) merupakan suatu kombinasi dari karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *Limestone*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lusua (2019), massa optimum bentonit yang digunakan dalam penjernihan air gambut yaitu sebanyak 1.5 gram dan karbon aktif cangkang buah karet sebanyak 0,5 gram. Sedangkan massa *Limestone* perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui massa optimum sehingga diperoleh kombinasi yang tepat. Kombinasi tersebut dikontakkan dengan 250 ml air gambut. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Larutan kemudian disaring dan di uji filtratnya menggunakan pH meter untuk mengetahui kenaikan pH air gambut. Fungsi *Limestone* yaitu untuk menaikkan pH air gambut, sehingga parameter yang diuji pada proses adsorpsi ini adalah derajat keasamaan (pH). Hasil yang diperoleh pada proses adsorpsi ini yaitu kenaikan pH air gambut menjadi 6-7.

**Tabel 8.** Variasi Massa Penambahan *Limestone* Pada Penentuan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) terhadap pH air Gambut

No	Total Massa (gr)	Volume (mL)	Variasi Massa					
			Bentonit (gr)	%	Karbon Aktif (gr)	%	<i>Limestone</i> (gr)	%
1	2,10	250	1,5	71,43	0,5	23,81	0,1	4,76
2	2,05	250	1,5	73,17	0,5	24,39	0,05	2,44
3	2,03	250	1,5	73,89	0,5	24,63	0,03	1,48

Berdasarkan **Tabel 8.** di atas, maka terdapat tiga perlakuan pada proses adsorpsi-koagulasi seperti pada tabel berikut.

**Tabel 9.** Perlakuan Pembuatan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL)

No	Perlakuan	pH <sub>0</sub>	pH <sub>a</sub>
1.	1,5 gr bentonit, 0,5 gr karbon aktif, 0,1 gr <i>limestone</i> , 250 ml air gambut		
2.	1,5 gr bentonit, 0,5 gr karbon aktif, 0,05 gr <i>limestone</i> , 250 ml air gambut		
3.	1,5 gr bentonit, 0,5 gr karbon aktif, 0,03 gr <i>limestone</i> , 250 ml air gambut		

Keterangan : pH<sub>0</sub> (pH awal), pH<sub>a</sub> (pH akhir)

Setelah mendapatkan satu kombinasi yang sesuai dari tiga perlakuan tersebut, selanjutnya kombinasi dari perlakuan tersebut digunakan untuk adsorpsi terhadap air gambut dengan variasi massa yang berbeda. Tiga kombinasi adsorben-koagulan tersebut disebut juga dengan CKBL. CKBL dibuat sebanyak 20 gram, dihomogenkan dengan cara diaduk, setelah homogen kemudian ditimbang kembali dengan variasi massa seperti pada tabel di bawah ini.

Pada adsorpsi-koagulasi menggunakan CKBL terdapat 5 perlakuan yang berbeda. Perbedaan tersebut berdasarkan variasi massa yang digunakan. adapun perlakuan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 10.** Perlakuan Adsorpsi Menggunakan CKBL

No	Perlakuan
1.	0,25 gr CKBL
2.	0,5 gr CKBL
3.	0,75 gr CKBL
4.	1,0 gr CKBL
5.	1,25 gr CKBL

Keterangan : CKBL (Kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone*)

Berdasarkan 5 perlakuan tersebut akan diperoleh hasil analisis berupa uji kadar awal dan kadar akhir logam besi (Fe) dan zat organik. Hasil analisis tersebut akan digunakan untuk menghitung efektivitas penurunan kadar logam besi (Fe) dan zat organik pada air gambut, seperti pada tabel di bawah ini.

**Tabel 11.** Hasil Analisis Variasi Massa Adsorpsi-koagulasi Menggunakan CKBL

Parameter	Massa (gr)	Co (mg/L)	Ca (mg/L)	Efektivitas (%)
	0,25			
Besi (Fe)	0,5			
Dan	0,75			
Zat Organik	1			
	1,25			

Keterangan : Co (Kadar Awal) , Ca (Kadar Akhir)

### 3.7. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil penelitian langsung di lapangan. Pada penelitian ini data primer berupa data hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium yaitu data pengukuran kadar logam besi (Fe) dan zat organik (KMnO<sub>4</sub>) serta massa optimum Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) serta *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651)

untuk mengurangi kadar besi (Fe) dan zat organik (KMnO<sub>4</sub>). analisis uji parameter besi (Fe) dan Zat Organik.

a. Massa Kontak Optimum

Penentuan massa optimum CKBL penelitian ini ditentukan dengan variasi massa, kemudian setiap variasi massa pada CKBL dan CCBN5651 dikontakkan dengan 250 mL air gambut dengan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 60 menit. Variasi massa CKBL yang digunakan yaitu 0.25 gr, 0.5 gr, 0.75 gr, 1.0 gr dan 1.25 gr, sedangkan massa CCBN5651 yaitu 0,375 gr. Air gambut yang telah diadsorpsi selama waktu yang ditentukan kemudian disaring dan kemudian filtratnya diuji dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) untuk menguji konsentrasi Fe dan uji permanganate (KMnO<sub>4</sub>) untuk nilai zat organik.

b. Efektivitas Adsorpsi Fe dan Zat Organik.

Data yang diperoleh dari penelitian ini yaitu efektivitas dari masing-masing variasi massa yang dibutuhkan adsorben dalam proses adsorpsi logam Fe dan Zat Organik dengan menggunakan CKBL kemudian dibandingkan dengan CCBN5651.

### 3.8. Analisis Data

Analisis yang dilakukan yaitu analisis massa kontak optimum dan berapa efektivitas adsorpsi dari masing-masing kombinasi. Hasil analisis data berupa kurva dan diagram dari data yang diperoleh setelah pengujian. Dari kurva dan diagram tersebut dapat dilihat massa optimum dan efektivitas dari masing-masing kombinasi. Efektivitas adsorpsi logam Fe dan Zat Organik dari berbagai variasi massa Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rumus efektivitas penjerapan} = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100 \% \dots\dots\dots (3-1)$$

Keterangan :

$C_0$  = Konsentrasi awal

$C_a$  = Konsentrasi akhir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Adsorpsi Menggunakan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) Pada Air Gambut

Adsorben-koagulan yang digunakan dalam proses adsorpsi-koagulasi ini yaitu Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL). Parameter uji pada penelitian ini yaitu besi (Fe) dan zat organik. Pengujian logam besi (Fe) dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan metode SNI 6989.4-2004, sedangkan pengujian kadar zat organik menggunakan metode titrimetri dengan SNI 3554-2015.

#### Kurva Kalibrasi Standar Fe

Menurut Underwood dan Day (2002) menyatakan bahwa pembuatan kurva kalibrasi standar bertujuan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi larutan dengan nilai absorbansinya sehingga konsentrasi pada sampel dapat diketahui. Dengan demikian maka dibuat larutan standar logam besi (Fe) untuk melakukan pengujian menggunakan SSA.

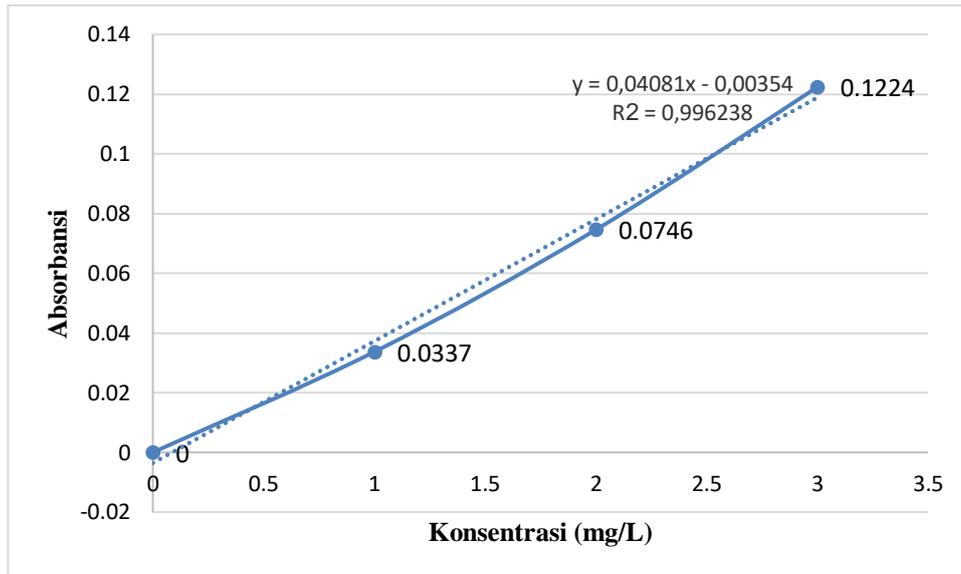
Pembuatan larutan standard diawali dengan pembuatan larutan induk terlebih dahulu. Larutan induk dibuat dengan melarutkan sebanyak 0,060379 besi(III) klorida heksahidrat ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ke dalam labu ukur 250 ml dan ditambahkan akuades sampai tanda tera sehingga konsentrasi larutan induk sebesar 50 ppm. Kemudian larutan standard dibuat dengan rentang 1 mg/L, 2 mg/L dan 3 mg/L dan dianalisis tingkat absorbansinya menggunakan SSA.

**Tabel 12.** Data Absorbansi Larutan Standar Logam Fe

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
0	0
1	0,0337
2	0,0746
3	0,1224

**Sumber :** Data Penelitian 2020

Berdasarkan **Tabel 12.** menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan maka absorbansinya semakin tinggi sehingga menghasilkan grafik hubungan di mana (X) merupakan konsentrasi larutan dan (Y) merupakan absorbansinya yang kemudian membentuk garis regresi linear seperti **Gambar 6.** di bawah ini.



**Gambar 6.** Kurva Kalibrasi Standar Logam Besi (Fe)

Berdasarkan **Gambar 6.** dapat dilihat bahwa terbentuk kurva dengan garis lurus yang menunjukkan apabila semakin besar konsentrasi larutan maka semakin tinggi absorbansinya. Hal tersebut sejalan dengan Lusua (2019) absorbansi akan berbanding lurus terhadap konsentrasi larutan standar, yaitu semakin besar konsentrasi maka akan semakin besar absorbansinya.

Pada **Gambar 6.** menunjukkan garis regresi linear dengan nilai  $Y = 0,04081x - 0,00354$  dan nilai  $R^2 = 0,996238$ . Kurva larutan standard tersebut kemudian akan digunakan untuk mengukur konsentrasi logam besi (Fe) yang terkandung dalam air gambut. Apabila nilai regresi linear semakin mendekati angka 1 artinya semakin baik digunakan dalam menganalisa kandungan logam besi dalam sampel yang digunakan. Pengujian tingkat absorbansi pada pengujian kadar besi (Fe) air gambut dilakukan dengan pengenceran sebanyak dua kali.

#### **Penentuan Massa Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan Limestone (CKBL)**

Karbon aktif berfungsi sebagai penjerap logam berat yang terdapat pada air gambut. Penelitian tentang penggunaan karbon aktif sebagai penjerap polutan yang terdapat dalam air telah banyak dilakukan. Pada penelitian ini, karbon aktif dibuat menggunakan cangkang buah karet untuk mengurangi kadar besi (Fe) pada air gambut di Desa Arang-Arang, Kumpeh Ulu, Kabupaten Muaro Jambi. Karbon aktif tersebut diaplikasikan bersama dengan bentonit dan *Limestone*.

Pada penelitian ini, bentonit berfungsi sebagai koagulan terhadap air gambut. Pada proses koagulasi akan terbentuk flok-flok dan terjadi pengendapan. Hal ini akan menyebabkan penurunan kadar logam besi (Fe) dan zat organik pada air gambut. Menurut Atikah (2017) partikel bentonit bermuatan negative yang diimbangi dengan kation dapat dipertukarkan dan terikat lemah. Adanya kation yang dapat dipertukarkan ini memungkinkan bentonit memisahkan logam berat dari air dan juga memisahkan senyawa organik kationik melalui mekanisme pertukaran ion.

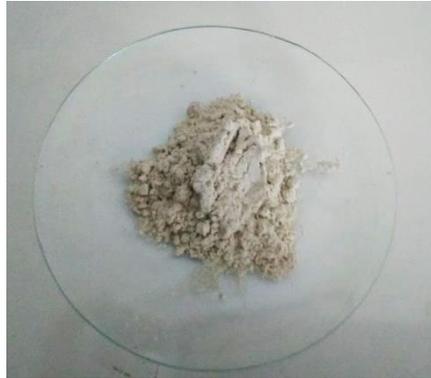


**Gambar 7.** Karbon Aktif Cangkang Buah Karet

Kombinasi adsorben karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* (CKBL) dibuat untuk mengurangi parameter besi (Fe) dan zat organik dalam air gambut. Pembuatan adsorben ini mengacu pada penelitian Naswir, (2015) yang menyatakan bahwa kombinasi ini dibuat dengan komposisi karbon aktif  $\pm 20-30\%$ , bentonit  $\pm 60-70\%$  dan *Limestone*  $\pm 10-20\%$ . Massa karbon aktif dan bentonit mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Lusia (2019) yaitu massa optimum karbon aktif dan bentonit untuk mengurangi kadar Besi (Fe) dan zat warna pada air gambut berturut-turut sebanyak 0,5 dan 1,5 gram. Sedangkan massa *Limestone* akan ditambahkan dengan variasi massa 0,1 gram, 0,05 gram dan 0,03 gram bersama dengan 0,5 gram karbon aktif dan 1,5 gram bentonit. Air gambut yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 250 ml. Ada 3 perlakuan dalam penentuan massa CKBL, seperti pada tabel berikut.

Kandungan utama dalam *limestone* cangkang kerang berupa  $\text{CaCO}_3$  yang berfungsi dalam meningkatkan pH. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Naswir dan Intan (2014), air gambut di daerah Jambi memiliki tingkat keasaman antara 3,2 – 5,2, sedangkan penambahan serbuk cangkang kerang (*limestone*) pada air gambut mampu menetralkan pH asam pada air gambut. Menurut Surest (2012), ketika kapur  $\text{CaO}$  direaksikan dengan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) maka akan membentuk  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan meningkatkan konsentrasi ion hidroksida

(OH-) yang merupakan pembawa sifat basa, sehingga pH air meningkat. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang (*limestone*) pada kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone*, dapat dilihat pada **Tabel 13**.



**Gambar 8.** *Limestone*

**Tabel 13.** Hasil Uji Parameter pH pada Penentuan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL)

No	Total Massa (gr)	Volume (mL)	Variasi Massa					
			Bentonit (gr)	%	Karbon Aktif (gr)	%	<i>Limestone</i> (gr)	%
1	2,10	250	1,5	71,43	0,5	23,81	0,1	4,76
2	2,05	250	1,5	73,17	0,5	24,39	0,05	2,44
3	2,03	250	1,5	73,89	0,5	24,63	0,03	1,48

**Sumber :** Data Penelitian 2020

Berdasarkan tabel variasi massa di atas, maka dapat dibuat perlakuan masing-masing kombinasi seperti pada tabel berikut.

**Tabel 14.** Hasil Uji Perlakuan Pembuatan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL)

No	Perlakuan	pH0	pHa
1.	1,5 gr bentonit, 0,5 gr karbon aktif, 0,1 gr <i>limestone</i> , 250 mL air gambut	4	11
2.	1,5 gr bentonit, 0,5 gr karbon aktif, 0,05 gr <i>limestone</i> , 250 mL air gambut	4	8,5
3.	1,5 gr bentonit, 0,5 gr karbon aktif, 0,03 gr <i>limestone</i> , 250 mL air gambut	4	7,2

Keterangan: pH0 : pH awal

pHa : pH akhir

Berdasarkan data penelitian tersebut, pengaruh variasi massa *Limestone* pada Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* menunjukkan bahwa pada perlakuan ketiga yaitu 1,5 gr bentonit, 0,5 gr karbon aktif dan 0,03 gr *limestone* mampu meningkatkan pH air gambut dari 4 menjadi 7,2. Komposisi dari kombinasi tersebut yaitu terdiri dari 73,89% bentonit, 24,63% karbon aktif dan 1,48% *limestone*. Komposisi ini dipilih karena pH setelah pengolahan telah memenuhi standard baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu

Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum yaitu 7,2 dan komposisi ini akan digunakan sebagai formulasi untuk mengolah air gambut dengan variasi massa seperti pada **Tabel 17**.

Pembuatan adsorben-koagulan dari kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* (CKBL) sesuai dengan perlakuan ketiga. Pada komposisi perlakuan ketiga tersebut dibuat sebanyak 20 gram. Ketiga komponen tersebut dihomogenkan dengan cara diaduk. Setelah homogen kemudian ditimbang kembali sebanyak 0,25 gr, 0,5 gr, 0,75 gr, 1,0 gr dan 1,25 gr untuk proses adsorpsi-koagulasi dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan zat organik pada air gambut.

#### **Kadar Logam Besi (Fe) dan Zat Organik Sebelum dan Setelah Adsorpsi**

Sampel air gambut yang digunakan berasal dari Desa Arang-Arang, Kumpeh Ulu, Kabupaten Muaro Jambi. Desa Arang-arang merupakan salah satu daerah rawa gambut di mana masyarakatnya memanfaatkan air tersebut untuk keperluan sehari-hari. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan *Higiene* Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum, karakteristik pada air gambut tidak memenuhi standar sebagai air bersih yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Adanya bahan organik alami atau *natural organic matter* disebabkan oleh senyawa asam humat yang terlarut dalam air sehingga menyebabkan air gambut memiliki pH yang rendah atau asam dan berwarna coklat tua hingga kehitaman. Hal tersebut dapat menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan apabila dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama (Rehansyah, *et al.* 2017), senyawa humat berasal dari dekomposisi tumbuhan dan hewan secara biologis dan tidak memiliki struktur yang baku.

Besi terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) atau kation ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Hal ini tergantung kondisi pH dan oksigen terlarut dalam air. Besi terlarut dapat berbentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloidal seperti  $\text{FeOH}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan lain-lain (Firmansyaf, *et al.* 2013). Di bawah lapisan gambut, sering terdapat senyawa pirit ( $\text{FeS}_2$ ). Dalam keadaan tergenang, senyawa ini tidak berbahaya. Dalam keadaan kering pirit akan teroksidasi oleh

udara (terbakar) dan setelah bercampur dengan air akan menjadi asam sulfat yang sangat beracun (Najiyati, 1997).



**Gambar 9.** Air Gambut Sebelum Adsorpsi

**Tabel 15.** Uji Kadar Awal Logam Fe dan Zat Organik

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	Fe (Besi Total)	mg/L	3,502	1
2.	Zat Organik	mg/L	238,95	10
3.	pH	-	4	6-8

**Sumber:** Data Penelitian 2020

Pengukuran kadar logam besi (Fe) menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dengan metode SNI 6989.4-2004 dan pengukuran zat organik berdasarkan SNI 3554: 2015. Berdasarkan hasil analisis uji awal kadar logam besi (Fe) menunjukkan bahwa kadar logam besi telah melebihi standar baku mutu yang telah ditentukan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan *Higiene Sanitasi*, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum yaitu 1 mg/l. Kadar zat organik pada uji awal juga sangat tinggi yaitu mencapai 238,95 mg/l dengan baku mutu yang diperbolehkan hanya 10 mg/l. pH air gambut bersifat asam yaitu 4, sedangkan baku mutu pH memiliki rentang antara 6-8.

Adapun proses adsorpsi-koagulasi pada air gambut untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan zat organik terdapat 5 perlakuan berdasarkan variasi massa yang berbeda seperti pada tabel berikut.

**Tabel 16.** Perlakuan Adsorpsi Menggunakan CKBL

No	Perlakuan
1.	0,25 gr CKBL
2.	0,5 gr CKBL
3.	0,75 gr CKBL
4.	1,0 gr CKBL
5.	1,25 gr CKBL

Sumber: Data penelitian 2021

Lima (5) perlakuan yang berbeda tersebut dikontakkan dengan 250 ml air gambut. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit dengan kecepatan 200 rpm. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring dan diuji kadar besi dan zat organik setelah pengontakan dengan adsorben. Adapun hasil analisis setelah pengontakan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 17.** Hasil Analisis Logam Besi (Fe) dan Zat Organik Berdasarkan Variasi Massa Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL)

Parameter	Massa (gr)	Co (mg/L)	Ca (mg/L)	Efektivitas (%)
Besi (Fe)	0,25	3,502	3,182	9,138
	0,5		3,167	9,566
	0,75		3,103	11,393
	1		2,897	17,276
	1,25		2,484	29,069
Zat Organik	0,25	238,95	208,55	12,722
	0,5		196,39	17,811
	0,75		165,99	30,534
	1		120,39	49,617
	1,25		96,07	59,795

**Sumber:** Data Penelitian 2020

Ket : C0 (Kadar awal), Ca (Kadar akhir)

Penelitian ini dilakukan dengan 5 variasi massa yang berbeda yaitu 0,25 gr, 0,5 gr, 0,75 gr, 1,00 gr dan 1,25 gr, dengan waktu kontak 60 menit dalam 250 ml air gambut dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Hasil analisis pada tabel di atas menunjukkan bahwa semakin banyak adsorben yang digunakan, maka penjerapan logam besi (Fe) juga semakin tinggi. Peningkatan penjerapan yang cukup tinggi terjadi pada variasi massa 1,25 gram, sesuai dengan perlakuan kelima pada tabel 11. yaitu mampu menurunkan kadar besi (Fe) dari 3,502 mg/l menjadi 2,484 mg/l. Pada proses adsorpsi-koagulasi ini terjadi penurunan kadar logam besi (Fe) sebesar 1,018 mg.L atau 0,2036 mg/gr adsorben.

Zat organik dapat dioksidasi dengan menggunakan  $\text{KMnO}_4$  dalam suasana asam dengan pemanasan. Sisa  $\text{KMnO}_4$  direduksi dengan asam oksalat berlebih. Kelebihan asam oksalat dititrasi kembali dengan  $\text{KMnO}_4$ . Metode permanganometri didasarkan pada reaksi oksidasi ion permanganat. Permanganometri merupakan metode titrasi yang dilakukan berdasarkan reaksi oleh Kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ). Prinsip reaksi ini difokuskan pada reaksi oksidasi dan reduksi yang terjadi antara  $\text{KMnO}_4$  dengan bahan baku tertentu (Apriyanti dan Ersi, 2018). Metode ini berdasarkan SNI 3554: 2015.

Dari data pada **Tabel 17.** menunjukkan bahwa penurunan terbaik terjadi pada variasi massa 1,25 gram. Berdasarkan penelitian tersebut terjadi penurunan kadar zat organik berturut-turut 12,722 mg/L, 17,811 mg/L, 30,534 mg/L, 49,617 mg/L dan 59,795 mg/L. Pada massa 1,25 gr, penjerapan terjadi paling banyak yaitu sebanyak 141,93 mg/L. Hasil ini masih lebih tinggi apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, *et al.* (2018) yang mengolah air gambut menggunakan adsorben dari buah bintaro

#### **4.2. Massa Optimum Clean Chemical Bentone (CCBN5651) Pada Adsorpsi Air Gambut**

Adsorpsi menggunakan *Clean Chemical Bentone* (CCBN) 5651 dilakukan dengan menambahkan sebanyak 0,375 gram ke dalam 250 ml air gambut (1,5 gram/ 1 liter air gambut). Kemudian diaduk selama 1-2 menit dan diamkan selama 30 menit. Selama proses pengontakan, terjadi proses kaogulasi pada air tersebut sehingga apabila didiamkan beberapa saat akan terbentuk flok-flok dan terjadi pengendapan. Proses pengendapan ini akan memisahkan antara flok-flok yang mengendap dan air bersih. Menurut Naswir, *et al.* (2015) koagulasi dan flokulasi berkaitan erat dengan destablisisasi partikel bermuatan negative oleh koagulan bermuatan positif, tumbukan partikel dan proses adsorpsi. Tumbukan antar partikel ini akan membentuk makroflok yang terdestablisisasi dan kemudian mengalami koagulasi. Karbon aktif untuk mengadsorpsi logam berat dan zat organik juga dapat meningkatkan jumlah partikel yang terlarut dalam air gambut. Partikel ini dengan mudah akan mendestabilkan koloid.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Naswir, *et al.* (2015) diperoleh dosis terbaik *Clean Chemical Bentone* (CCBN) 5651 untuk mengolah air gambut menjadi air bersih sebanyak 1,5 – 2 gram/L. Dosis tersebut mampu menaikkan pH air gambut dari 3,6 menjadi 7,32 dan menurunkan kadar zat organik hingga 89,47% serta menurunkan kadar Fe sampai 89,47%.

**Tabel 18.** Hasil Analisis Kadar Besi dan Zat Organik dengan CCBN5651

Parameter	C0	Ca	Efektivitas (%)
Besi (Fe)	3,502	0,125	96,43
Zat Organik	238,95	35,27	85,23

Ket : C0 (Kadar awal), Ca (Kadar akhir)

Berdasarkan data pada **Tabel. 18** adsorpsi air gambut menggunakan CCBN5651 dalam menurunkan kadar besi (Fe) memiliki efektivitas yang tinggi, yaitu mampu mencapai 96,43%. Kadar besi tersebut mengalami penurunan dari 3,502 mg/L menjadi 0,125 mg/L sehingga telah memenuhi standard baku mutu dari PerMenKes No.32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum yaitu 1 mg/L.

Kadar zat organik pada air gambut setelah diolah menggunakan CCBN5651 menurun dari 238,95 mg/l menjadi 35,27 mg/l dengan efektivitas yang tinggi yaitu mencapai 84%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Naswir, *et al.* (2015) menyatakan bahwa CCBN5651 mampu menurunkan kadar zat organik pada air gambut sebanyak 86,69%.

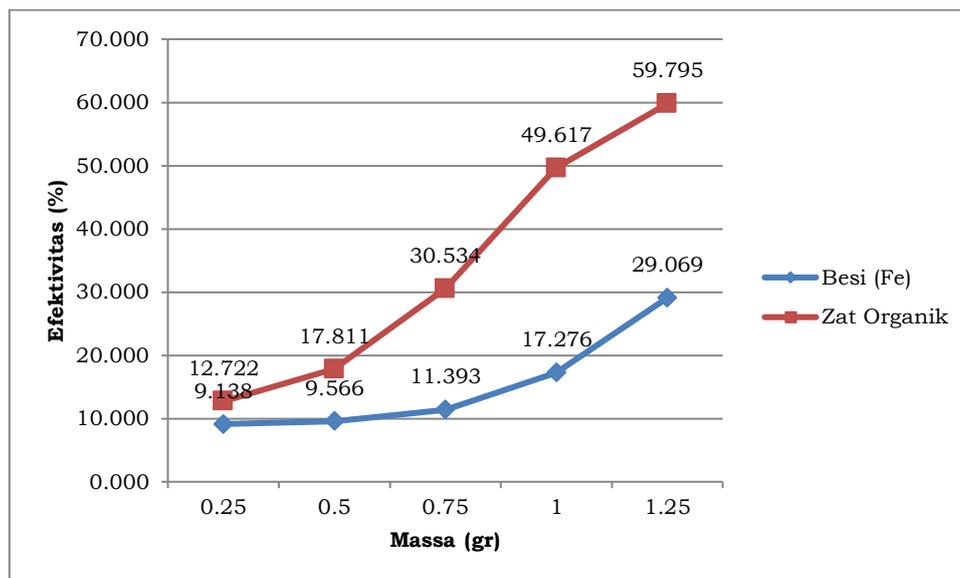


**Gambar 10.** Air Gambut Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Menggunakan CCBN5651

#### **4.3.Massa Optimum Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL)**

Penelitian yang telah dilakukan oleh Naswir (2014) bentonit dapat mengadsorpsi Fe sebanyak 0,143 mg/gr adsorben sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Arifin (2018) karbon aktif cangkang buah karet-kitosan dapat mengadsorpsi Fe sebanyak 0,1236 mg/g adsorben dan penelitian Arofah (2018) sebanyak 3,574 mg/g adsorben. Selain itu, penelitian terkait karbon aktif cangkang buah karet sebagai adsorben juga dilakukan oleh Bangun, dkk (2016) juga untuk mengadsorpsi ion besi menggunakan karbon aktif tunggal dari cangkang buah karet menunjukkan bahwa efektivitasnya mencapai 99% dengan massa 1,5 gr dalam 100 mL larutan besi selama 60 menit.

Pada penelitian ini proses adsorpsi dilakukan menggunakan kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL). Variasi massa yang digunakan yaitu 0,25 gr, 0,5 gr, 0,75 gr, 1,0 gr dan 1,25 gr. Masing-masing variasi massa dikontakkan dengan 250 ml air gambut. Agar proses adsorpsi-koagulasi dapat berjalan dengan baik maka diperlukan pengadukan. Setelah dikontakkan kemudian diaduk menggunakan *stirrer* selama 60 menit dengan kecepatan 200 rpm, sehingga diperoleh data efektivitas penjerapan dari logam besi (Fe) dan zat organik seperti pada gambar berikut.



**Gambar 11.** Grafik Efektivitas Adsorpsi Menggunakan CKBL

Grafik pada **Gambar 11.** menunjukkan bahwa efektivitas penjerapan logam besi (Fe) menggunakan kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* (CKBL) mencapai 29,069% dengan massa optimum 1,25 gr/250 mL atau 5 gr/L. Selain bahan karbon aktif dari cangkang buah karet, koagulan CaO dari cangkang kerang juga dapat menurunkan kadar Fe karena kapur mengikat ion yang bervalensi +2, seperti  $Fe^{2+}$ , sehingga kapur (CaO) mengeliminasi logam besi (Fe) (Saswita et al., 2018). Sedangkan bentonit berfungsi sebagai kogulan yang dipengaruhi oleh pH air (Saputra, et. al., 2016).

Rendahnya penjerapan logam besi (Fe) dapat dipengaruhi oleh pH air tersebut. Menurut Nurhasni (2012), pada kondisi pH netral atau cenderung basa penyerapan semua ion rendah dan efisiensi juga menurun. Hal tersebut dikarenakan pada pH netral ion logam dapat mengalami hidrolisis dalam larutan sehingga tidak stabil dan menyebabkan kemampuan karbon aktif untuk menyerap ion tersebut juga ikut menurun. Sejalan dengan Irawan dan Muhammad (2018), pada pH 5-7 terjadi penurunan persentase adsorpsi

dikarenakan jika pH di atas 5, ion  $\text{Fe}^{2+}$  mulai mengalami hidrolisis membentuk  $\text{Fe}(\text{OH})^+$  yang mempunyai kemampuan elektrostatis lebih tinggi dari  $\text{Fe}^{2+}$  sehingga  $\text{Fe}(\text{OH})^+$  yang telah terikat membentuk asosiasi akan sulit terdisosiasi kembali sehingga menyebabkan daya adsorpsi menurun.

Kadar zat organik pada air gambut di desa Arang-arang sangat tinggi yaitu mencapai 238,95 mg/L. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar zat organik tersebut menggunakan kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone*. *Limestone* berupa kapur ( $\text{CaO}$ ) yang berasal dari cangkang kerang. Menurut Rahimah, *et al.*, (2016) pada pengolahan air,  $\text{CaO}$  dapat mengurangi kandungan bahan-bahan organik. Cara kerjanya adalah kapur ( $\text{CaO}$ ) ditambahkan untuk mereaksikan alkalibikarbonat serta untuk mengatur pH air sehingga dapat terjadi pengendapan. Proses pengendapan akan berjalan secara efektif jika pH air antara 6-8. Sedangkan karbon aktif sebagai adsorben yang telah diaktivasi mampu menurunkan kadar zat organik sebanyak 91,92%. Namun hal ini dipengaruhi oleh jenis bahan karbon aktif yang digunakan dan dipengaruhi oleh pori-pori yang dimiliki oleh karbon tersebut setelah diaktivasi (Naswir & Intan, 2014).

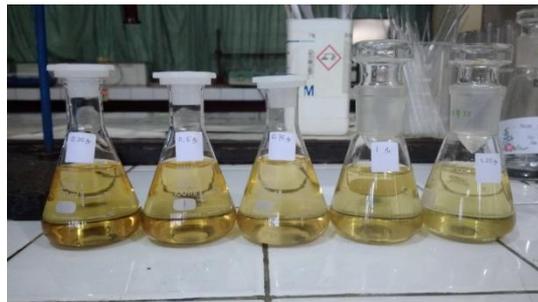
Berdasarkan **Gambar 11**, menunjukkan adanya peningkatan penjerapan sejalan dengan bertambahnya massa adsorben. Semakin banyak massa adsorben yang digunakan, maka efektivitas adsorpsinya semakin naik. Nilai efektivitas tertinggi terjadi pada massa 1,25 gr dengan efektivitas sebesar 59,795 mg/L, sehingga massa optimum penurunan zat organik sebesar 1,25 gr.

Saputra, *et al.*, (2016) menyatakan bahwa pemberian bentonit 1,7 gr dan kapur 1,7 gr per liter air gambut pada pH yang dikondisikan yaitu pH 2, 3, 4, 5 dan 6 terjadi penurunan zat organik dari 518 mg/l turun sampai dengan kisaran 104,81 – 118,5 mg/L. Peranan bentonit bertindak sebagai koagulan, dimana proses koagulasi sangat dipengaruhi oleh pH. Oleh sebab pH air gambut mengalami kenaikan oleh kinerja kapur, maka bentonit mampu menghilangkan zat organik dalam bentuk asam humus yang terkandung dalam air gambut tersebut dalam suasana basa. Dalam suasana basa, kandungan aluminium dalam bentonit mampu melakukan pengikatan partikel koloid.

Nilai efektivitas untuk penyisihan zat organik masih rendah, hal ini dapat disebabkan oleh tingginya kandungan zat organik pada air gambut sehingga mengakibatkan muatan positif yang ada pada adsorben menjadi kurang efektif untuk menetralkan muatan negatif yang saling tolak-menolak disekitar partikel-partikel bahan organik terlarut yang ada pada air gambut, sehingga akan sulit menyebabkan terjadinya gaya tarik menarik antar partikel koloid untuk membentuk flok-flok bermuatan netral. Keadaan tersebut

menyebabkan adsorben tidak dapat bertindak sebagai koagulan secara optimal (Karelius, 2013). Zat organik yang sangat tinggi pada sampel air gambut menunjukkan banyaknya senyawa organik terlarut yang terkandung di dalamnya sehingga keberadaan adsorben tidak dapat mendegradasi semua senyawa organik terlarut dalam air gambut secara maksimal. Dengan semakin tingginya zat organik maka semakin sulitnya muatan kationik adsorben untuk mengadsorpsi dari muatan anionik yang berupa zat organik air gambut (Putri, *et al.*, 2019).

Penelitian menggunakan karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* (CKBL) juga telah dilakukan oleh Safitri (2021) dengan parameter logam Mangan (Mn) dan warna dan massa adsorben yang digunakan sama. Berdasarkan penelitian tersebut efektivitas adsorpsi logam Mn dan warna lebih tinggi dibandingkan dengan adsorpsi logam besi (Fe) dan zat organik. Penurunan kadar logam Mn mencapai 91,43%, sedangkan penurunan kadar warna mencapai 62,69% dengan massa optimum 0,75 gr.



**Gambar 12.** Hasil Pengolahan Air Gambut Menggunakan CKBL

#### **4.4. Efektivitas Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dibandingkan dengan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651)**

Penelitian ini merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui efektivitas Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dibandingkan dengan *clean chemical bentone* (CCBN5651), dimana CCBN5651 merupakan salah satu teknologi untuk mengolah air gambut menjadi air bersih. Bahan baku utama CCBN5651 merupakan bentonit, dan bahan pendukung lainnya seperti karbon aktif dan kalsit. Karbon aktif tersebut berasal dari cangkang sawit, sedangkan kalsit dapat berasal dari cangkang kerang. Sedangkan bahan yang digunakan untuk adsorben Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* yaitu

cangkang buah karet sebagai karbon aktif, bentonit, dan *limestone* dari cangkang kerang darah.

**Tabel 19.** Perbandingan Hasil Uji Menggunakan CKBL dengan CCBN5651

Parameter	Massa (gr)	CKBL			CCBN5651			
		C0	Ce	%	Massa (gr)	C0	Ca	%
Besi	1,25	3,502	2,484	29,06 9	0,375	3,502	0,125	96,43
Zat Organik	1,25	238,95	96,07	59,79	0,375	238,9 5	35,27	85,23

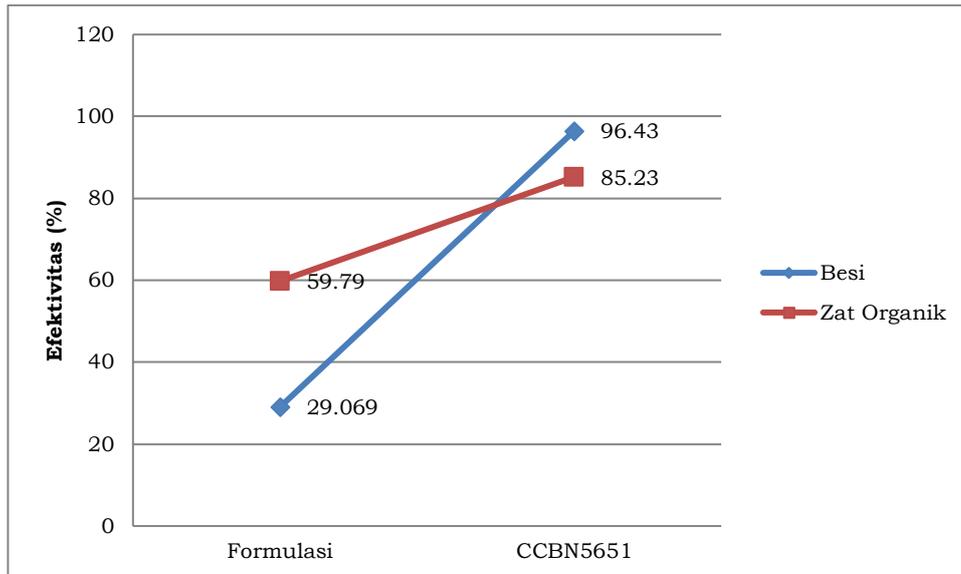
**Sumber:** Data Penelitian 2021

Ket : C0 (Kadar awal), Ca (Kadar akhir)

Massa yang diperlukan untuk menurunkan kadar besi (Fe) dari 3,502 mg/L menjadi 2,484 mg/L dan zat organik dari 238,95 mg/L menjadi 96,07 mg/L yaitu sebanyak 1,25 gr formulasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *Limestone* dalam 250 mL air gambut. Sedangkan massa yang dibutuhkan oleh CCBN5651 untuk menurunkan kadar logam besi (Fe) dari 3,502 mg/L menjadi 0,125 mg/L dan menurunkan kadar zat organik dari 238,95 mg/L menjadi 35,27 sebanyak 0,375 gr.

Adsorpsi logam besi (Fe) dan zat organik yang terjadi pada air gambut menggunakan kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *Limestone* berurut-turut sebanyak 1,018 mg/L dan 142,88 mg/L, sedangkan adsorpsi yang terjadi pada air gambut menggunakan CCBN5651 berturut-turut sebanyak 3,377 mg/L dan 203,68 mg/L. Dengan demikian, kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *Limestone* memiliki tingkat efektivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan CCBN5651. Apabila menggunakan kombinasi ini, maka akan membutuhkan massa yang lebih besar. Dengan perbandingan tersebut, maka CCBN 5651 lebih efektif dibandingkan dengan kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *Limestone*.

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Naswir, *et al.* (2015), hal tersebut telah melebihi dosis yang dibutuhkan untuk menjernihkan air gambut, yaitu melebihi 3 gr/L air gambut, sehingga kurang efektif digunakan dalam proses penjernihan air gambut. Dosis efektif yang dibutuhkan oleh CCBN5651 yaitu 1,5 – 2 gr/L air gambut. Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suarni (2015), bahwa penurunan kadar besi (Fe) terbaik terjadi pada dosis 3 gr/L dengan efektivitas penjerapan sebesar 93,89% dan kapasitas penjerapan sebesar 0,47 mg/gr adsorben.



**Gambar 13.** Diagram Perbandingan Efektivitas CKBL dibandingkan dengan CCBN5651

Berdasarkan **Gambar 13.** dapat diketahui bahwa kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* memiliki nilai efektivitas menurunkan kadar besi (Fe) sebesar 29,069%. Apabila dibandingkan dengan CCBN5651, kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* masih memiliki tingkat efektivitas yang rendah dalam menurunkan kadar besi (Fe). CCBN5651 memiliki tingkat efektivitas yang sangat baik dalam menurunkan kadar besi (Fe) yaitu mencapai 96,34%. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Naswir, *et.al.* (2015) yang menyatakan bahwa dengan dosis 1,5 – 2 gr/L mampu menurunkan kadar besi (Fe) pada air gambut sampai dengan 89,47%.

Sedangkan dalam menurunkan kadar zat organik, kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* memiliki efektivitas sebesar 59,79%. Apabila dibandingkan dengan CCBN5651 efektivitasnya juga masih lebih rendah. CCBN5651 mampu menurunkan kadar zat organik pada air gambut sebesar 85,23%. Pembentukan flok pada proses adsorpsi menggunakan kombinasi karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* cenderung tidak terlihat. Sedangkan adsorpsi menggunakan CCBN5651 pembentukan flok sangat cepat. Bentonit berperan dalam proses koagulasi, dan proses koagulasi sangat dipengaruhi oleh pH. pH air gambut mengalami kenaikan oleh kinerja kapur, maka bentonit mampu menghilangkan zat organik dalam bentuk asam humus yang terkandung dalam air gambut tersebut dalam suasana basa. Dalam suasana basa, kandungan alumunium dalam bentonit mampu melakukan pengikatan partikel koloid. Sehingga apabila efektivitas kombinasi

karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* lebih rendah dibanding CCBN5651, dapat dipengaruhi oleh pH air gambut sehingga alumunium dalam bentonit tidak dapat mengikat partikel koloid yang menyebabkan proses koagulasi tidak berjalan sempurna.

### Model Isotherm Adsorpsi

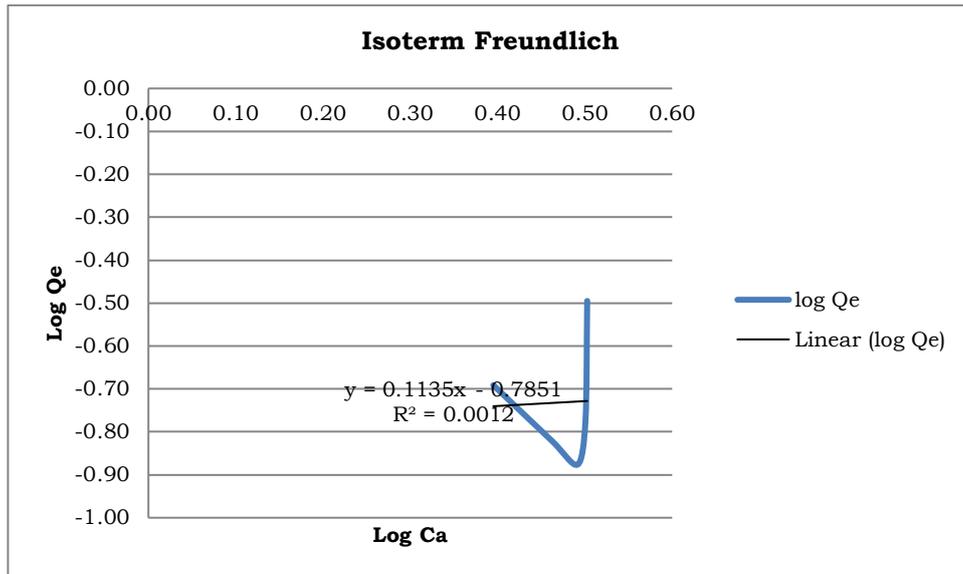
Isotherm adsorpsi digunakan untuk mendeskripsikan hubungan antara adsorben dan substansi yang teradsorpsi pada saat setimbang. Dari perhitungan isotherm adsorpsi tersebut dapat dilihat karakteristik kapasitas isotherm adsorpsi dan mekanisme proses adsorpsinya sehingga diperoleh grafik perhitungan isotherm adsorpsi yang menunjukkan hubungan antara jumlah adsorben per satuan berat dan jumlah adsorbat pada saat setimbang (Naswir *et al.* 2018). Pada umumnya jumlah material yang diserap persatuan berat dari adsorben bertambah sejalan dengan bertambahnya konsentrasi meskipun hal tersebut tidak selalu berbanding lurus (Masruhin *et al.* 2018).

Model isotherm yang digunakan yaitu isotherm *Freundlich* dan *Langmuir*. Isotherm *Freundlich* terjadi apabila adsorpsi terjadi pada beberapa lapisan dan mempunyai ikatan yang tidak kuat, sehingga adsorpsi ini dapat digambarkan sebagai adsorpsi fisik. Model *Freundlich* juga menjelaskan bahwa adsorben memiliki permukaan yang homogen sehingga dapat membentuk beberapa lapisan. Sedangkan isotherm *Langmuir* terjadi saat terbentuk lapisan tunggal dengan asumsi bahwa kemampuan partikel tidak tergantung pada tempatnya atau tempat yang berdekatan (Amanda, 2019).

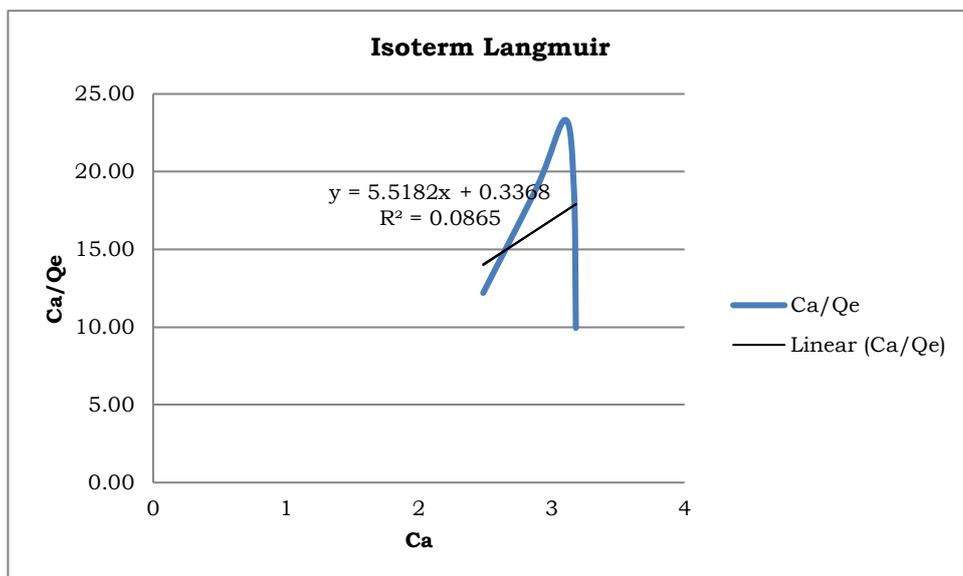
**Tabel 20.** Hasil Perhitungan Kapasitas Adsorpsi *Freundlich* dan *Langmuir* Logam Besi (Fe)

Parameter	Massa (gr)	Volume(L)	C0 (mg/L)	Ca (mg/L)	Qe (mg/g)	log Ca	log Qe	Ca/Qe
Besi (Fe)	0,25	0,25	3,502	3,182	0,32	0,50	-0,49	9,94
	0,5	0,25	3,502	3,167	0,17	0,50	-0,78	18,91
	0,75	0,25	3,502	3,103	0,13	0,49	-0,88	23,33
	1	0,25	3,502	2,897	0,15	0,46	-0,82	19,15
	1,25	0,25	3,502	2,484	0,20	0,40	-0,69	12,20

Sumber : Data Penelitian 2021



**Gambar 14.** Grafik Isoterm *Freundlich* Logam Besi (Fe)



**Gambar 15.** Grafik Isoterm *Langmuir* Logam Besi (Fe)

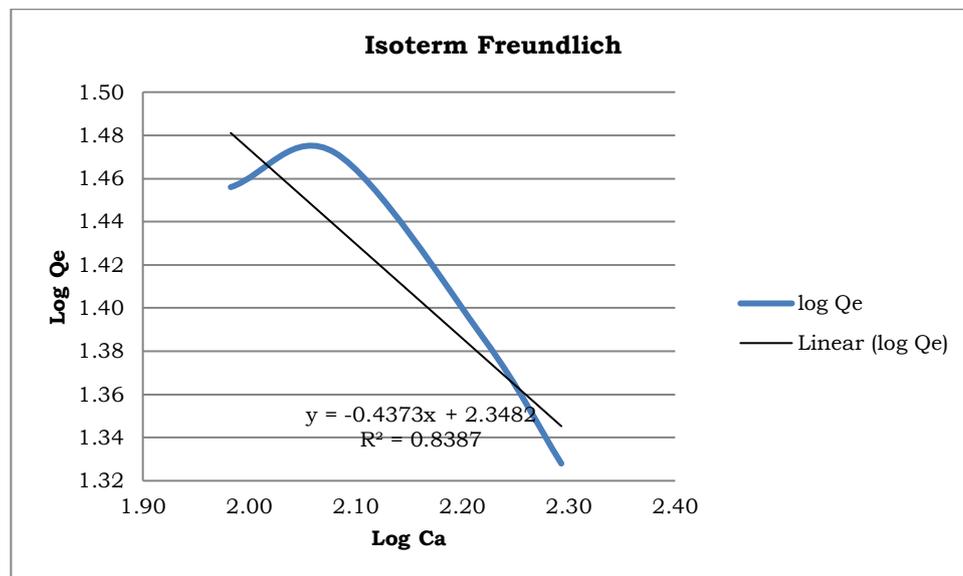
Berdasarkan grafik pada **Gambar 14.** dan **Gambar 15.** menunjukkan bahwa isotherm *Langmuir* memiliki nilai korelasi yang lebih mendekati angka 1 (satu) dibandingkan isotherm *Freundlich* pada adsorpsi logam besi (Fe). Grafik isotherm *Langmuir* menunjukkan hubungan antara  $Ca/Q_e$  terhadap  $Ca$  sehingga diperoleh nilai regresi linear  $y = 5,5182x + 0,3368$  dan  $R^2 = 0,086$ . Meskipun nilai  $R^2$  pada isotherm *Langmuir* lebih besar dibandingkan dengan isotherm *Freundlich* namun hal ini tidak dapat dijadikan sebagai analisis isotherm yang terjadi pada proses adsorpsi-koagulasi ini, karena nilai  $R^2$  terlalu rendah dan jauh dari angka 1. Rendahnya angka  $R^2$  ini dapat diakibatkan karena tidak homogenya campuran antara karbon aktif cangkang buah karet,

bentonit dan *limestone* sehingga proses adsorpsi yang terjadi tidak berjalan sempurna. Pada penelitian ini juga tidak murni hanya proses adsorpsi saja, namun terjadi pula proses koagulasi oleh kinerja bentonit dan *limestone*. pada umumnya isotherm adsorpsi digunakan pada proses adsorpsi menggunakan adsorben tunggal.

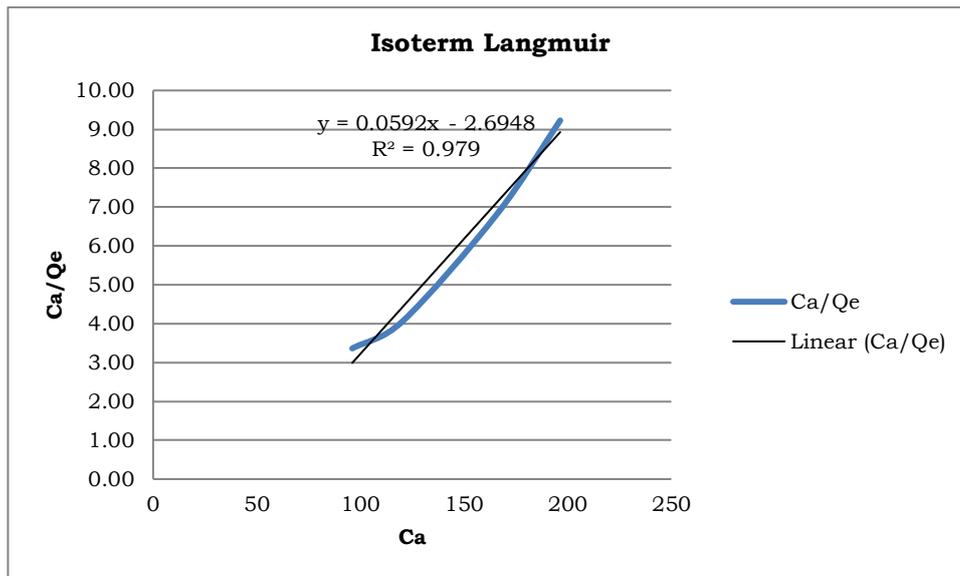
**Tabel 21.** Hasil Perhitungan Kapasitas Adsorpsi *Freundlich* dan *Langmuir* Zat Organik

Parameter	Massa (gr)	Volume(L)	C0 (mg/L)	Ca (mg/L)	Qe (mg/g)	log Ca	log Qe	Ca/Qe
Zat Organik	0,25	0,25	238,95	208,55	30,40	2,32	1,48	6,86
	0,5	0,25	238,95	196,39	21,28	2,29	1,33	9,23
	0,75	0,25	238,95	165,99	24,32	2,22	1,39	6,83
	1	0,25	238,95	120,39	29,64	2,08	1,47	4,06
	1,25	0,25	238,95	96,07	28,58	1,98	1,46	3,36

Sumber : Data Penelitian 2021



**Gambar 16.** Grafik Isoterm *Freundlich* Zat Organik



**Gambar 17.** Grafik Isoterm *Langmuir* Zat Organik

Berdasarkan **Gambar 16.** dan **Gambar 17.** menunjukkan bahwa isotherm *Langmuir* memiliki nilai  $R^2$  mendekati 1 (satu) dibandingkan dengan isotherm *Freundlich* dalam mengadsorpsi zat organik, sehingga isotherm *Langmuir* lebih cocok digunakan sebagai model kesetimbangannya. Grafik isotherm *Langmuir* menunjukkan hubungan antara  $Ca/Q_e$  terhadap  $Ca$  sehingga diperoleh nilai regresi linear  $y=0,0592x - 2,6948$  dan  $R^2=0,979$ . Hal tersebut dapat menjelaskan bahwa proses adsorpsi yang terjadi antara adsorben karbon aktif cangkang buah karet, bentonit dan *limestone* terhadap zat organik membentuk lapis tunggal. Apabila nilai regresi linear mendekati angka 1 maka akurasi hasil hitungan dapat dibenarkan atau jika dilakukan pengulangan akan memiliki hasil yang hampir sama.

Adsorpsi *Langmuir* dianggap bahwa hanya sebuah adsorpsi tunggal yang terjadi. Adsorpsi tersebut terlokalisasi, artinya molekul-molekul zat hanya dapat diserap pada tempat-tempat tertentu dan kalor adsorpsi tidak tergantung pada permukaan yang tertutup oleh adsorben (Masruhin *et. al.* 2018). Isoterm adsorpsi *Langmuir* menggambarkan bahwa suatu adsorpsi mengikuti asumsi bahwa adsorben dan adsorbat membentuk lapis tunggal (*monolayer*), adsorpsi terlokalisir, kalor adsorpsi tidak tergantung pada penutupan permukaan, semua situs bersifat sama dan permukaan adsorben bersifat homogen, dan kemampuan adsorpsi molekul pada suatu situs tidak tergantung pada situs yang lainnya (Bird, 1985).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang adsorpsi air gambut menggunakan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) dibandingkan dengan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) pada air gambut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai konsentrasi awal logam besi (Fe) pada air gambut sebesar 3,502 mg/L sedangkan nilai konsentrasi awal zat organik sebesar 238,95 mg/L dengan pH 4. Berdasarkan PerMenKes No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan *Hygiene* Sanitasi, Kolam Renang, *Solus PerAqua*, dan Pemandian Umum, kadar tersebut telah melebihi standar baku mutu air bersih.
2. Adsorpsi-koagulasi air gambut menggunakan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) mampu menurunkan kadar logam besi (Fe) dari 3,502 mg/l menjadi 0,125 mg/L, menurunkan kadar zat organik dari 238,95 mg/L menjadi 35,27 mg/L dan pH naik menjadi 6,9. Adsorpsi-koagulasi air gambut menggunakan CKBL mampu menurunkan kadar logam besi (Fe) dari 3,502 mg/L menjadi 2,484 mg/L, menurunkan kadar zat organik dari 238,95 mg/L menjadi 96,07 mg/L dan pH setelah adsorpsi 6,0.
3. Massa optimum CKBL dalam mengadsorpsi logam besi (Fe) dan zat organik pada air gambut yaitu 1,25 gr, sedangkan massa *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651) yaitu sebanyak 0,375 gr.
4. Efektivitas CKBL dalam mengadsorpsi kadar besi (Fe) sebesar 29,04% dan zat organik sebesar 59,79%. Sedangkan efektivitas CCBN5651 dalam mengadsorpsi logam besi (Fe) sebesar 96,46% dan zat organik sebesar 85%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa CCBN5651 memiliki efektivitas yang lebih baik dibandingkan CKBL.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengolahan air gambut menggunakan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan *Limestone* (CKBL) menunjukkan bahwa efektivitasnya dalam menurunkan kadar logam besi dan zat organik pada air gambut masih sangat rendah. Sehingga ada beberapa hal yang perlu kajian lebih lanjut seperti:

1. Massa yang diperlukan untuk menurunkan kadar logam besi dan zat organik terlalu banyak apabila dibandingkan dengan *Clean Chemical Bentone* (CCBN5651). Efektivitas tersebut dapat dipengaruhi oleh jenis adsorben dan perlakuannya.

2. Perlu dilakukan identifikasi terhadap CKBL menggunakan *X-Ray* dan *SEM-Edx* untuk mengetahui karakteristik dari adsorben di dalamnya.
3. Rendahnya tingkat penurunan pada adsorpsi logam besi (Fe) dan zat organik menggunakan CKBL dapat disebabkan oleh teknik mencampurkan antara bahan satu dengan yang lainnya tidak homogen, sehingga perlu dipastikan kembali jika kombinasi dari CKBL telah homogen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abuzar, Suarni S., T. Edwin dan Utami Langga S. Hasibuan. 2015. *Kemampuan Batu Apung Sebagai Adsorben Penyisihan Logam Besi (Fe) Air Tanah*. Universitas Andalas: Teknik Lingkungan
- Alaerts, G. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional
- Alberty, R.A, dan Daniel F. 1992. *Kimia Fisik*. Jakarta: Erlangga
- Amanda, Dhea. 2019. *Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Ion Logam Kobalt (II) Oleh Kitosan dari Kulit Udang Windu (Panaeus monodon)*. Banda Aceh: Universitas Negeri Islam Ar-Raniry
- Apriyanti dan Ersi Monica Apriyani. 2018. *Analisis Kadar Zat Organik Pada Air Sumur Warga Sekitar TPA dengan Metode Titrasi Permanganometri*. UIN Raden Fatah Palembang : Fakultas Sains dan Teknologi
- Arofah, Siti. 2018. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Dengan Aktivator  $H_3PO_4$  Untuk Adsorpsi Logam Besi (III) Dalam Larutan*. Jambi: Teknik Lingkungan UNJA.
- Atikah. 2017. *Efektivitas Bentonit Sebagai Adsorben Pada Proses Peningkatan Kadar Bioetanol*. Palembang: Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Aviantari, Megawati. 2008. *Pembuatan dan Pemisahan Membran Bentonit-Zeolit untuk Pemisahan Ion  $Cu^{2+}$  dalam Larutan*. Bandung : ITB
- Aziz, Muchtar. 2010. *Batu Kapur dan Peningkatan Nilai Tambahserta Spesifikasi untuk Industri*. Bandung : Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara.
- A. Firmansyaf, Dimas, Bambang Yulianto, dan Sri Sejati. 2013. *Studi Kandungan Logam Berat Besi (Fe) dalam Air, Sedimen dan Jaringan Lunak Kerang Darah (Anadara granosa Linn) di Sungai Morosari dan Sungai Gorjol Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak*. Journal Of Marine Research. Semarang: Undip.
- Bangun, Teger Ardiansyah, Titin Anita Zaharah dan Anis Shofiyani. 2016. *Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Buah Karet untuk Adsorpsi Ion Besi (II) dalam Larutan*. Universitas Tanjung Pura : Program Studi Kimia.
- Bird, T. 1985. *Physical Chemistry*. Jakarta : Gramedia.
- Chandra, B. 2012. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Darmawan, S. 2008. *Sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Pemanfaatannya sebagai Penyerap Emisi FORMALDEHIDA Papan Serat Berkerapatan Sedang*. Tesis. Bogor: IPB.

- Djunaedi, M. Cholid. 2018. *Studi Interferensi pada AAS (Atomic Absorption Spectroscopy)*. Universitas Diponegoro: Jurusan Kimia, Fakultas MIPA
- Doke, K, M. dan Ejazuddin M. Khan. 2017. *Equilibrium Kinetic and Diffusion Mechaism Of Cr (VI) Adsorption Onto Activated Carbon Derived from Wood Apple Shell*, , Arabian Journal of Chemistry, 10, 252-260.
- Eaton, Andrew D.,L.S. Clesceri, dan A.E. Greenberg . 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21<sup>st</sup> Edition. Marryland-USA: American Public Health Association.
- Eckenfelder, W.W. 1989. *Industrial Water Pollution Control*. New York: 2<sup>nd</sup> Edition McGraw Hill. Inc
- Edwardo, A, Darmayanti dan L. Rinaldi. 2014. *Pengolahan Air Gambut dengan Media Filter Batu Apung*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil.
- Giyatmi, S. 2008. *Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Air Limbah Cair Industri Perak di Kotagede setelah di Adsopsi dengan Tanah liat dari Daerah Godean*. Juranl Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir ISSN 1978-017
- Hanum, F.; Gultom, R. J.; Simanjuntak M. 2017. *Adsopsi Zat Warna Metilen Biru dengan Karbon Aktif dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH sebagai Aktivator*, Jurnal Teknik Kimia, 6(1), 49-55.
- Irawan, Candra & Muhammad Isram M. Ain. 2018. *Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Logam Fe dengan Menggunakan Abu Layang Sebagai Adsorben*. Balikpapan: SNITT Politeknik Negeri Balikpapan
- Kacaribu, K. 2008. *Kandungan Kadar Seng (Zn) dan Besi (Fe) dalam Air Minum dari Depo Air Minum Isi Ulang Air Pegunungan Sibolangit di Kota Medan Sumatra Utara*. Thesis Program Studi Ilmu Kimia. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Karelius. 2013. "*Pemanfaatan Kitosan dan Jamur Lapuk (Trametes versicolor) untuk Menurunkan Kekeruhan dan Warna Pada Air Gambut Sebagai Sumber Air Bersih Alternatif*". Molekul, Vol. 8, No. 1, Mei 2013, hal 66-77.)
- Kusnaedi. 2006. *Mengolah Air Gambut dan Kotor untuk Air Minum*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lusia, Verina Dita. 2019. *Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet dan Bentonit untuk Menurunkan Kadar Logam Fe dan Warna Pada Air Gambut di Desa Pandan Jaya, Kecamatan Geragai, Kabupaten Tanjung Jabung Timur*. Universitas Jambi : Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik
- Mackereth, F.J.H, Heron, J., Dan Talling, J.F. 1989. *Water Analysis*. Cumbria UK: Fresh Water Biological Association
- Masruhin, Rismawati Rasyid, & Syamsuddin Yani.2018. *Penjerapan Logam Berat Timbal (Pb) dengan Menggunakan Lignin Hasil Isolasi Jerami Padi*. Makassar: Journal Of Chemical Process Engineering

- Maylani, A.S., T. Sulistyarningsih, E. Kusumastuti. 2016. *Preparasi Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (Magnetit) serta Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium*. Indonesian Journal of Chemical Science, 5(2): 130-135
- Ma'ruf, M.A., dan F.E. Yulianto. 2016. *Tanah Gambut Berserat: Solusi dan Permasalahannya dalam Pembangunan Infrastruktur yang Berwawasan Lingkungan*. Banjarmasin: Prosiding Seminar Nasional Geoteknik.
- Monocha, S.M. 2003. *Porous Carbons*. Sadhana 28: 335-348.
- Murtono, Joko & Iriany. 2017. *Pembuatan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet dengan Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan Aplikasinya sebagai Penjerap Pb (II)*. Medan : USU.
- Nainggolan, MS. 2010. *Enumerasi Total Populasi Mikroba Pada Lahan Gambut di Cagar Biosfer DSK-BD*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau.
- Najiyati, Sri. 1997. *Mengenal Perilaku Lahan gambut*. Jakarta: Puslitbangtrans.
- Naswir, Muhammad. 2009. *Kajian Pemanfaatan Air Gambut untuk Air Minum Rumah Tangga Penggunaan Teknologi Clean Chemical Bentone (CCBN-RO)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah. Jambi.
- Naswir, M., S. Arita., Marsi dan Salni. 2013. *Characterization of Bentonit by XRD and SEM-EDS and Use to Increase pH and Color Removal, Fe and Organik Substances in Peat Water*. Journal of Clean Energy Technologies Vol. 1, No. 4
- Naswir, M., S. Arita., Marsi dan Salni. 2014. *Activation of Bentonite and Application for Reduction pH, Color, Organik Substance, and Iron (Fe) in the Peat Water*. Science Journal of Chemistry. Vol. 1, No. 5, 2013, pp. 74-82
- Naswir, M, Susila Arita, Marsi, dan Salni. 2012. *The Regional of Water Quality Distribution of Peat Swamp Lowland in Jambi*. Indonesian Soil and Agroclimate Journal.
- Naswir, M., Susila Arita, P. Jumaida, Desfournatalia, M. Lince & Tasmin. 2018. *The Development of Nanotechnology Bentonite as Adsorbent of Metal Cadmium (Cd)*. SEMIRATA – International Conference on Science and Techonlogy
- Naswir, M., dan Intan Lestari. 2014. *Characterization Active Carbon and Clum Shell In Reducing pH , Color , COD , Fe and Organik Matter On Peat Water*. International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE), 1(11), 137–146.
- Naswir, Muhammad., S. Arita., Marsi., dan Salni. 2015. *Treatment of Peat Water Using Local Raw Material Formulation of Jambi, Indonesia*. Asian Journal Of Chemistry
- Nugroho, Wahyu dan Setyo Purwoto.2013. *Removal Klorida, TDS dan Besi pada Air Payau Melalui Penukar Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif*. Surabaya: Universitas Adi Buana Surabaya.

- Nurhasni, Florentinus Firdiyono dan Qosim Sya'ban. 2012. *Penyerapan Ion Alumunium dan Besi dalam Lrutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif*. UIN Syarif Hidayatullah: Program Studi Kimia
- Oscik. 1982. *Adsorption*. England: Eliis Horwood Ltd.
- PERMENKES RI Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua* dan Pemandian Umum
- Prastowo, Panji, Lia Destiarti, Titin Anita Zaharah. 2017. *Penggunaan Kulit Kerang Darah Sebagai Koagulan Air Gambut*. Pontianak :Universitas Tanjung Pura
- Prabarini, N., Okayadnya, D. G. 2014. *Penyisihan Logam Besi (Fe) pada Air Sumur dengan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri*, Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 5(2), 33–41.
- Putri, Isra Desmita, S. Daud, dan S. Elystia. 2019. *Pengaruh Massa dan Waktu Kontak Adsorben Cangkang Buah Ketapang Terhadap Efisiensi Penyisihan Logam Fe dan Zat Organik Pada Air Gambut*. Universitas Riau: Program Studi Teknik Lingkungan
- Raharjo, S. 1997. *Pembuatan Karbon Aktif dari Serbuk Gergajian Pohon Jati dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif*. Universitas Brawijaya : Jurusan Kimia Fakultas MIPA.
- Rahmawati, A. Wilaksono., N. Amri., K.N. Naoki., B. Rimawan., dan Heriyanti. 2013. *Adsorpsi Air Gambut Menggunakan Karbon Aktif dari Buah Bintaro*. Jambi : Universitas Jambi
- Rahimah, Zikri, Heliyanur Heldawati &Isna Syauqiah. 2016. *Pengolahan Limbah Deterjen dengan Metode Koagulas Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC*. Kalimantan Selatan: Universitas Lambung Mangkurat
- Reynold, Tom D.,1982. *Unit Operation and Process in Environmental Engineering*. Bandung
- Rehansyah, M. Akhbar, Edward HS, Shinta Alystia. 2017. *Penyisihan Zat Organik dan Warna Pada Air Gambut dengan Koagulan Alami Campuran (Biji Jagung, Biji Kelor dan Biji Semangka)*. Pekanbaru:Universitas Riau Program Studi Teknik Lingkungan.
- Rosalina. 2017. *Desain Pemanfaatan Sampah Buah Bintaro Sebagai Arang Aktif Pengolah Limbah Cair Krom Dan Asap Cair Antirayap*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Said, Yulia Morsa, Yudi Achnopa, Wahyudi Zahar, Yudha Gusti Wibowo. 2019. *Karakter Fisik dan Kimia Air Gambut Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provnsi Jambi*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. Jambi: Universitas Jambi.
- Safitri, Esih Susi. 2003. *Analisis Komponen Kimia dan Dimensi Serat Kayu Karet (Havea brasilliensis Mueu, Arg)*. Hasil Klom

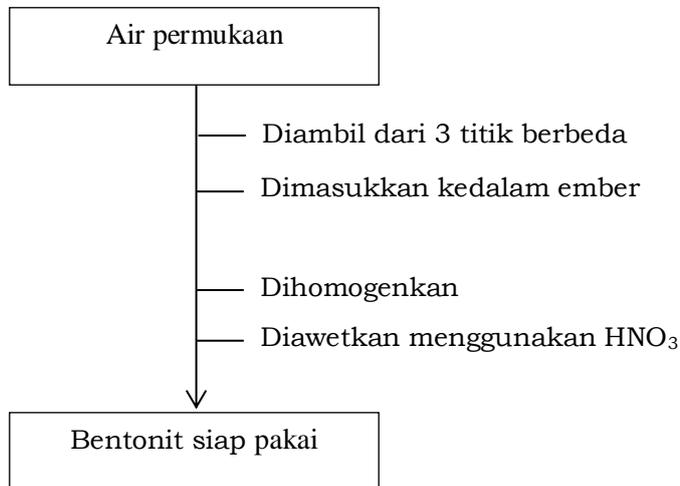
- Safitri, Wahyu. 2021. *Penurunan Kadar Logam Mangan (Mn) Pada Air Gambut Menggunakan Formulasi X dibandingkan dengan Clean Chemical Bentonite 5651*. Universitas Jambi : Belum dipublikasi
- Saputra, Dian, Budijono dan M. Hasbi. 2016. *The Effectiveness Of Combined Bentonite And Lime In Osmofilter Paper Package For Improving The Quality Of Peat Water*. Riau: Universitas Riau
- Santoso, R, dan Husni, A. 2008. *Sebaran TDS, DHL, Penurunan Muka Air Tanah dan Prediksi Intrusi Air Laut di Kota Tangerang Selatan*. Skripsi. IPB: Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan.
- Saragih. 2008. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batu Bara Riau sebagai Adsorben*. Thesis. Universitas Indonesia: Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik
- Sembiring, M.T dan Sinaga, T.S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses)*.
- Setyowati, Mita & Chairudin. 2016. *Kajian Limbah Cangkang Kerang Sebagai Alternatif Bahan Amelioran di Lahan Gambut*. Meulaboh: Universitas Teuku Umar.
- Setiawati, E.; Suroto. 2016. *Pengaruh Bahan Aktivator pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa*. Banjarbaru : Baristand Industri, 2(1), 21-26.
- Situmorang, M. 2007. *Kimia lingkungan*. Medan: UNIMED
- SNI 06-3730-1995 tentang Persyaratan Mutu Karbon AKtif
- SNI 06-6989.4-2004, Air dan Air Limbah – Bagian 4 : *Cara Uji Besi (Fe) Dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala*, Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI 3554-2015 tentang Cara Uji Air Minum dalam Kemasan
- SNI 6989.57:2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan.
- Sontheimer, J,E. 1985. *Activated Carbon for Water Treatment*. Netherlands Elsevier, pp 51-105
- Sudirjo, M. 2006. *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Kacang Tanah. (Arachis hypogaeae) dengan Aktivator Asam Sulfat*, Tugas Akhir. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Suherman, Dadan & Nyoman Sumawijaya, 2013. *Menghilangkan Warna dan Zat Organik Air Gambut dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Basa*. Riset GeoSlogi dan Pertambangan.
- Surest AH., Aria RW dan Resi F. 2012. *Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Untuk Meningkatkan pH Pada Proses Pengelolaan Air Rawa Menjadi Air Bersih*. Jurnal Teknik Kimia. 3 (18): 10-15 .
- Syarfi, H.S. 2007. *Rejeksi Zat Organik Air Gambut dengan Membran Ultrafiltrasi* . Jurnal Sains dan Teknologi 6 (1) Program Studi Teknik Kimia. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Trckova, M. 2005. *Peat as a Feed Supplement for Animal*. A Review Veterinary Research Insitute, Brno, Czech Republic. Review Article

Yusnimar, Yelmida, Yenie, E., Edward, H.S. 2010. *Pengolahan Air Gambut dengan Bentonit*. Jurnal Sains dan Teknologi

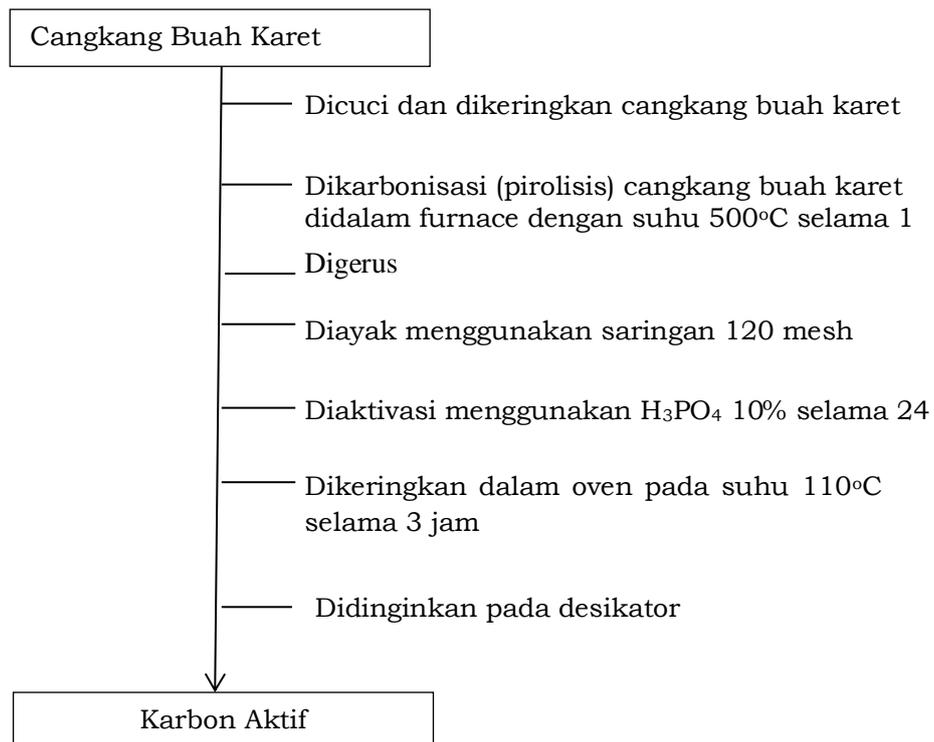
## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Skema Prosedur Kerja

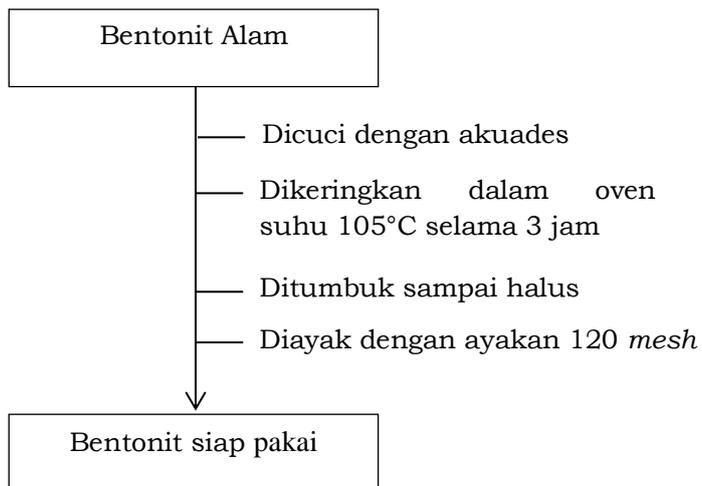
#### 4. Pengambilan Sampel Air Gambut



#### 5. Pembuatan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet

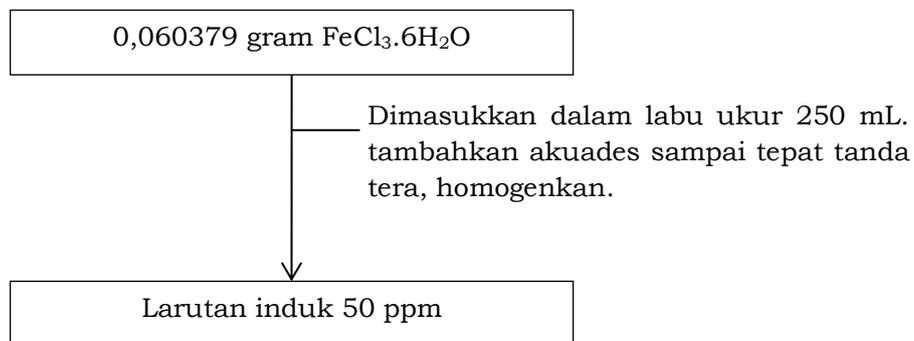


## 6. Preparasi Bentonit

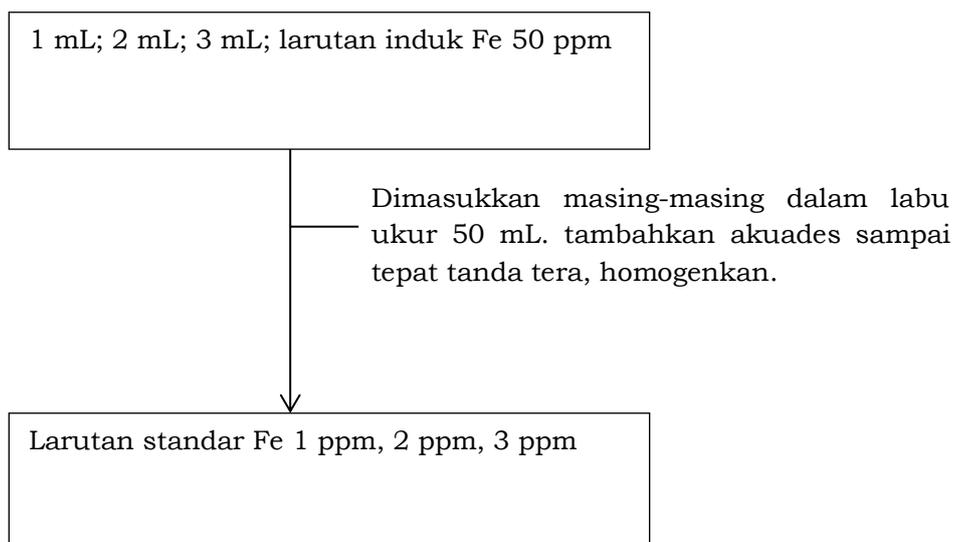


## 7. Pembuatan Larutan Standar Fe

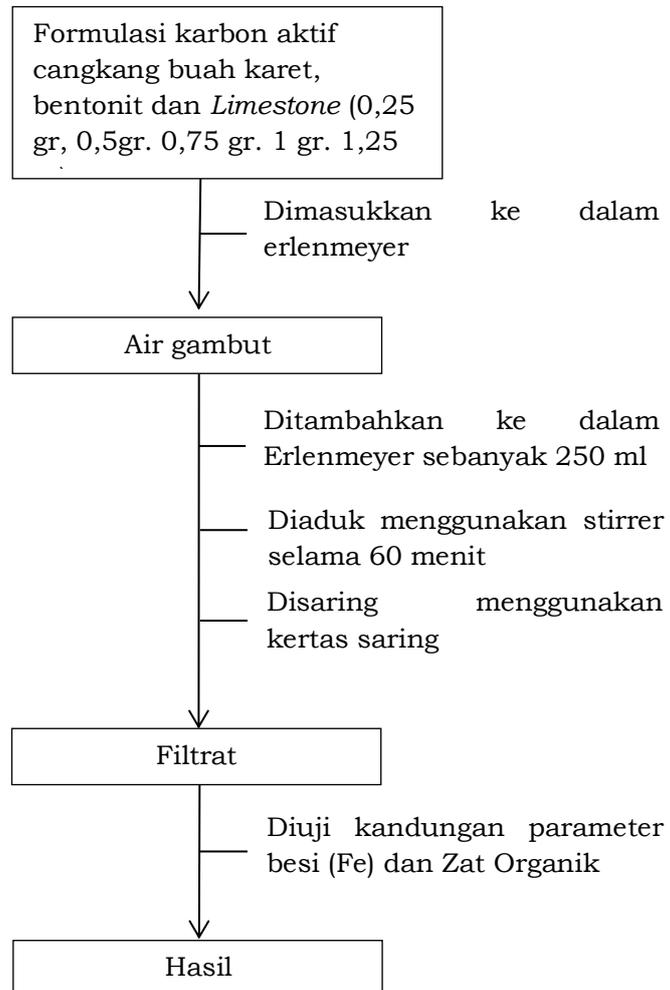
### b. Larutan Standar Fe 50 ppm



### c. Larutan Standar Kurva Kalibrasi



## 5. Pengontakan Adsorben



**Lampiran 2.** Perhitungan Larutan Induk, Larutan Standard dan Pengenceran**1. Larutan Standar Fe**

- a. Perhitungan  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  yang dibutuhkan untuk membuat larutan standar 50 ppm

$$\text{Mr FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 270,5 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar Fe} = 56 \text{ gr/mol}$$

$$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \text{ yang dibutuhkan} = \frac{\text{Mr FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}{\text{Ar Fe}} \times 50 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 250 \text{ ml}$$

$$= \frac{270,5 \text{ gr/mol}}{56 \text{ gr/mol}} \times 50 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,25 \text{ l} \times \frac{1 \text{ gr}}{1000 \text{ mg}}$$

$$= 0,060379 \text{ gr}$$

Jadi, sebanyak 0,063079 gram  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dilarutkan ke dalam labu ukur 250 ml kemudian ditambahkan akuades sampai tanda tera, akan mengandung Fe 50 ppm.

- b. Perhitungan pengenceran larutan standar Fe.  
Larutan standar Fe dibuat pada konsentrasi 1 ppm, 2 ppm dan 3 ppm.

$$\text{Rumus: } M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

- Larutan Standar Fe 1 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{50}{50}$$

$$V_1 = 1 \text{ ml}$$

- Larutan Standar Fe 2 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{100}{50}$$

$$V_1 = 2 \text{ ml}$$

- Larutan Standar Fe 3 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 3 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{150}{50}$$

$$V_1 = 3 \text{ ml}$$

**2. Pengenceran  $\text{H}_3\text{PO}_4$  10%**

Pengenceran  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85% menjadi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  10% dalam 1 liter akuades.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$0,85 \times V_1 = 0,1 \times 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{100}{0,85}$$

$$V_1 = 117,647059 \text{ ml}$$

Jadi,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85% yang dibutuhkan untuk membuat 1 liter larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  10% sebanyak 117,647059 ml.

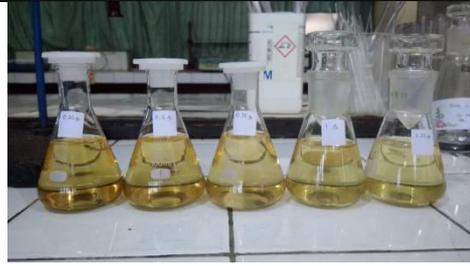
**Lampiran 3.** Perhitungan Efektivitas Adsorpsi

Parameter	<b>Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan Limestone</b>				<b>Clean Chemical Bentone (CCBN5651)</b>		
	Massa (gr)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Efektivitas (%)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Efektivitas (%)
Besi (Fe)	0,25	3,502	3,182	$\% = \frac{3,502-3,182}{3,502} \times 100 =$	3,502	0,125	$\% = \frac{3,502-0,125}{3,502} \times 100 = 96,47$
	0,5		3,167	$\% = \frac{3,502-3,167}{3,502} \times 100 =$			
	0,75		3,103	$\% = \frac{3,502-3,103}{3,502} \times 100 =$			
	1		2,897	$\% = \frac{3,502-2,897}{3,502} \times 100 =$			
	1,25		2,484	$\% = \frac{3,502-2,484}{3,502} \times 100 =$			
Zat Organik	0,25	238,95	208,55	$\% = \frac{238,95-208,55}{238,95} \times 100 = 12,722$	238,95	35,27	$\% = \frac{238,95-35,27}{238,95} \times 100 = 85,23$
	0,5		196,39	$\% = \frac{238,95-196,39}{238,95} \times 100 = 17,811$			
	0,75		165,99	$\% = \frac{238,95-165,99}{238,95} \times 100 = 30,534$			
	1		120,39	$\% = \frac{238,95-120,39}{238,95} \times 100 = 49,617$			
	1,25		96,07	$\% = \frac{238,95-96,07}{238,95} \times 100 = 59,795$			

**Lampiran 4.** Peta Lokasi Penelitian

**Lampiran 5. Gambar Dokumentasi**

(Gambar 1. Pengambilan Air Gambut)



(Gambar 2. Air Gambut Setelah di adsorpsi Menggunakan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit dan limestone)



(Gambar 3. Proses Pengadukan)



(Gambar 4. Air Gambut Sebelum dan Sesudah Adsorpsi dengan CCBN5651)



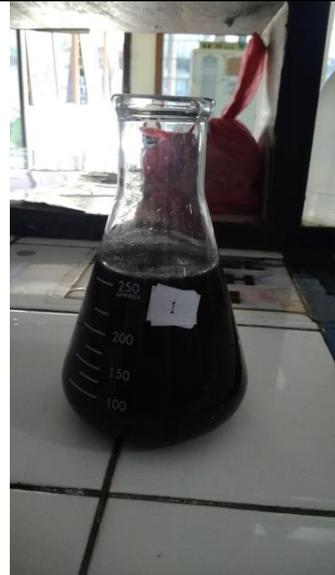
(Gambar 5. Penyaringan Air Gambut)



(Gambar 6. Pengecekan pH setelah adsorpsi)



(Gambar 7. Air Gambut Sebelum Adsorpsi)



(Gambar 8. Pengontakan Air Gambut dengan Kombinasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet, Bentonit, dan *Limestone*)



(Gambar 9. Uji Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ ))



(Gambar 10. Uji logam besi (Fe) menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS))



(Gambar 11. Pengeringan Bentonit)



(Gambar 12. Bentonit dihaluskan)

## Lampiran 6. Hasil Uji Sampel



**PEMERINTAH PROVINSI JAMBI**  
**DINAS KESEHATAN**  
**BALAI LABORATORIUM KESEHATAN**  
Alamat : Jl. R.M. Nur Atmadibrata No. 06 A, Telp. (0741) 61506  
Telanaipura – Jambi

---

**LABORATORIUM PENGUJI PROVINSI JAMBI**  
**LAPORAN HASIL UJI**  
No : 281/LHU/BLK-JBI/I/2021

<u>Nama Pelanggan</u>	: Bidayatun	<u>Tanggal</u>	: 15 Februari 2021
<u>Customer's Name</u>		<u>Date</u>	
<u>Personel yang dihubungi</u>	: (0822 6181 8789)	<u>No. FFPS</u>	: 281/FFPS/BLK-JBI/I/2021
<u>Contact Person</u>		<u>FPPS Number</u>	
<u>Alamat</u>	: Universitas Jambi	<u>No. Sampel</u>	: 41/BLK-JBI/I/2021
<u>Address</u>		<u>Sample Number</u>	
<u>Jenis Sampel</u>	: Air Gambut	<u>Tanggal Penerimaan</u>	: 20 Januari 2021
<u>Type of sample (S)</u>		<u>Received Date</u>	
<u>Keterangan Sampel</u>	: Air Gambut No. 1 s/d 7	<u>Tanggal Pengujian</u>	: 4 s/d 13 Februari 2021
<u>Sample Information</u>		<u>Date of Analysis</u>	

No	Nomor Sampel Sample Numbers	SATUAN UNIT	Kadar max yang diperbolehkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017	HASIL UJI TEST RESULT (S)	Spesifikasi Metode Method Specification
	Angka Organik (Sbg. KMnO4)				
1	Sampel 1	mg/l	10	238,9529	SNI 3554:2015
2	Sampel 2	mg/l	10	208,5537	SNI 3554:2015
3	Sampel 3	mg/l	10	196,3940	SNI 3554:2015
4	Sampel 4	mg/l	10	165,9948	SNI 3554:2015
5	Sampel 5	mg/l	10	120,3960	SNI 3554:2015
6	Sampel 6	mg/l	10	96,07664	SNI 3554:2015
7	Sampel 7	mg/l	10	35,2782	SNI 3554:2015

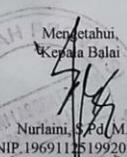
Catatan 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji  
*Note These analytical result are only valid for the tested sample*

2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari ..... 1 ..... Halaman  
*This Report of Analysis consists of ..... Page(s)*

3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan seizin tertulis laboratorium pengujian BLK Jambi  
*The Report of Analysis shall not be reproduced (copied) except for the completed one and with the written permission from testing laboratory BLK Jambi*

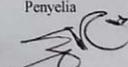
4. \* artinya parameter telah terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN)  
\*td = tidak terdeteksi

Mendatuhai,  
Kepala Balai



Nurlaimi, S.Pd (M.Sc)  
NIP.196911251992032006

Jambi, 15 Februari 2021  
Penyelia



Yuli Nofianti  
NIP.197207091994032003

DP/5.10.3/BLK-JBL Rev. 3, Nov. 2019

Lampiran 7. SNI 06-6989.4-2004

**SNI**

Standar Nasional Indonesia

---

SNI 06-6989.4-2004

**Air dan air limbah – Bagian 4: Cara uji besi (Fe)  
dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala**

**SNI 06-6989.4-2004****4 Cara uji****4.1 Prinsip**

Penambahan asam nitrat bertujuan untuk melarutkan analit logam dan menghilangkan zat pengganggu yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah dengan bantuan pemanas listrik, kemudian diukur dengan SSA menggunakan gas asetilen,  $C_2H_2$ .

**4.2 Bahan**

- a) air suling;
- b) asam nitrat,  $HNO_3$ ;
- c) larutan standar logam besi, Fe; dan
- d) gas asetilen,  $C_2H_2$ .

**4.3 Peralatan**

- a) SSA;
- b) lampu hollow katoda Fe;
- c) gelas piala 250 mL;
- d) pipet ukur 5 mL; 10 mL; 20 mL; 30 mL; 40 mL dan 60 mL;
- e) labu ukur 100 mL;
- f) corong gelas;
- g) pemanas listrik;
- h) kertas saring whatman 40, dengan ukuran pori 6  $0.42 \mu m$ ; dan
- i) labu semprot.

**4.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji**

Bila contoh tidak dapat segera dianalisa, maka contoh uji diawetkan dengan penambahan  $HNO_3$  p sampai pH kurang dari 2 dengan waktu penyimpanan maksimum 6 bulan.

**4.5 Persiapan pengujian****4.5.1 Persiapan contoh uji**

- a) Masukkan 100 mL contoh uji yang sudah dikocok sampai homogen kedalam gelas piala.
- b) Tambahkan 5 mL asam nitrat.
- c) Panaskan di pemanas listrik sampai larutan contoh hampir kering.
- d) Ditambahkan 50 mL air suling, masukan ke dalam labu ukur 100 mL melalui kertas saring dan ditepatkan 100 mL dengan air suling.

**4.5.2 Pembuatan larutan baku logam besi, Fe 100 mg/L**

- a) Pipet 10 mL larutan induk logam besi, Fe 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL.
- b) Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

## SNI 06-6989.4-2004

## 4.5.3 Pembuatan larutan baku logam besi, Fe 10 mg/L

- a) Pipet 50 mL larutan standar logam besi, Fe 100 mg/L ke dalam labu ukur 500 mL.
- b) Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

## 4.5.4 4.5.4 Pembuatan larutan kerja logam besi, Fe

- a) Pipet 0 mL; 5 mL; 10 mL; 20 mL; 30 mL; 40 mL dan 60 mL larutan baku besi, Fe 10 mg/L masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL.
- b) Tambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda tera sehingga diperoleh konsentrasi logam besi 0,0 mg/L; 0,5 mg/L; 1,0 mg/L; 2,0 mg/L; 3,0 mg/L; 4,0 mg/L dan 6,0 mg/L.

## 4.6 Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi

- a) Optimumkan alat SSA sesuai petunjuk penggunaan alat.
- b) Ukur masing-masing larutan kerja yang telah dibuat pada panjang gelombang 248,3 nm.
- c) Buat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi.
- d) Lanjutkan dengan pengukuran contoh uji yang sudah di persiapkan.

## 4.7 Perhitungan

Konsentrasi logam besi, Fe (mg/L) = C x fp

dengan pengertian:

C adalah konsentrasi yang didapat hasil pengukuran (mg/L)

fp adalah faktor pengenceran

Persen temu balik (% recovery, %)

$$\% R = \frac{A - B \times 100\%}{C}$$

dengan pengertian:

- A adalah kadar contoh uji yang di spike;
- B adalah kadar contoh uji yang tidak di spike;
- C adalah kadar standar yang diperoleh (target value).

## 5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

## 5.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia pro analisis (pa).
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- d) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- e) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu penyimpanan maksimum.

**SNI 06-6989.4-2004****5.2 Pengendalian mutu**

- a) Koefisien korelasi ( $r$ ) lebih besar atau sama dengan 0,95 dengan Intersepsi lebih kecil atau sama dengan batas deteksi.
- b) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi.
- c) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis.
- d) Koefisien variasi/standar deviasi relatif hasil pengukuran lebih besar atau sama dengan 10% maka dilakukan pengukuran ketiga.

**6 Rekomendasi****Kontrol akurasi**

Untuk kontrol akurasi lakukan salah satu cara sebagai berikut:

- a) Analisis CRM.  
Lakukan analisis CRM (*Certified Reference Material*) untuk kontrol akurasi.
- b) Analisis *blind sample*.
- c) Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.
- d) Untuk kontrol gangguan matriks lakukan analisis *spike matrix*. Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115%.
- e) Buat kartu kendali (*control chart*) untuk akurasi analisis.

Lampiran 8. SNI 3554-2015

**SNI**  
Standar Nasional Indonesia

---

**SNI 3554:2015**

**Cara uji air minum dalam kemasan**

SNI 3554:2015

B = bobot piringan penguap kosong, mg.

### 3.5.7 Presat

Pengujian laboratorium tunggal terhadap 77 contoh yang diketahui memiliki kadar 293 mg/L telah dilakukan dengan simpangan baku sebesar 21,20 mg/L.

## 3.6 Zat organik (angka $\text{KMnO}_4$ )

### 3.6.1 Penentuan angka permanganat

#### 3.6.1.1 Pengertian

Angka permanganat (dari air): konsentrasi massa dari oksigen yang setara terhadap jumlah penggunaan ion permanganat ketika suatu sampel air diperlakukan dengan oksidan tersebut dengan kondisi tertentu.

#### 3.6.1.2 Prinsip

Pemanasan sampel dalam penangas air dengan jumlah potasium permanganat dan asam sulfat yang diketahui pada periode waktu yang ditentukan (10 min). Reduksi sebagian permanganat oleh bahan pengoksidasi di dalam sampel dan penentuan penggunaan permanganat dengan penambahan larutan oksalat berlebih, diikuti dengan titrasi dengan permanganat.

**CATATAN 1** angka permanganat yang disarankan setara dengan penggunaan sekitar 60% dari penambahan permanganat pada sampel yang tidak diencerkan.

#### 3.6.1.3 Preaksi

Saat analisis berlangsung, hanya preaksi yang telah diakui pada tingkat analisis yang digunakan dan air destilata, air RO atau air yang dimurnikan. Jangan menggunakan air deionisasi dari penukar ion organik.

**CATATAN 2** air tak mereduksi dapat dipersiapkan seperti berikut. Tambahkan 10 mL asam sulfat dan larutan stok kalium permanganat sedikit berlebih, dan tambahkan air suling hingga 1 liter. Distilasi dalam halat kaca dan buang 100 mL destilat pertama. Simpan di dalam botol kaca dengan penutup atau penganjal kaca.

Volume penggunaan larutan standar potasium permanganat  $V_0$  (lihat 3.6.1.6.4) tidak akan lebih dari 0.1 mL. Jika tidak prosedur akan diulang atau gunakan air dengan kandungan organik yang rendah.

3.6.1.3.1 Asam sulfat,  $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)=1,84 \text{ g/mL}$ , 18 mol/L

3.6.1.3.2 Asam sulfat,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=7,5 \text{ mol/L}$

Tambahkan secara perlahan, sambil diaduk secara kontinu, 420 mL asam sulfat ke dalam 500 mL air. Biarkan hingga dingin dan diencerkan hingga 1 liter.

3.6.1.3.3 Asam sulfat,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=2 \text{ mol/L}$

Tambahkan secara perlahan, sambil diaduk, 110 mL asam sulfat ke dalam 500 mL air. Secara perlahan tambahkan larutan potasium permanganat hingga berwarna merah mudah

SNI 3554:2015

seulas. Biarkan sampai dingin, encerkan dengan air hingga 1 liter lalu dikocok/dihomogenkan.

#### 3.6.1.3.4 Natrium oksalat, larutan stok, $c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,05 \text{ mol/L}$ .

Keringkan natrium oksalat pada  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Larutkan 6,700 g padatan yang telah dikeringkan dengan air dalam labu ukur 1 000 mL. Tera dengan air lalu di homogenkan. Larutan ini stabil hingga 6 bulan jika disimpan di tempat gelap.

#### 3.6.1.3.5 Natrium oksalat, larutan standar, $c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5 \text{ mmol/L}$ .

Pipet ( $100 \pm 0,25$ ) mL larutan stok natrium oksalat (3.6.1.3.4) ke dalam labu ukur 1 000 mL. Tera dengan air dan homogenkan.

Standar ini stabil selama 2 minggu.

**CATATAN 3** larutan komersial dapat digunakan.

#### 3.6.1.3.6 Potasium permanganat, larutan stok, $c(\text{KMnO}_4) = 20 \text{ mmol/L}$ .

Larutkan kira-kira 3,2 g potasium permanganat dalam air dan tera hingga 1 000 mL. Panaskan larutan tersebut pada  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  hingga  $95 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam, dinginkan dan simpan selama kurang dari 2 hari. Tuang larutan jernihnya dan simpan dalam botol kaca yang gelap.

#### 3.6.1.3.7 Potasium permanganat, larutan ukur, $c(\text{KMnO}_4) = 2 \text{ mmol/L}$ .

Pipet 100 mL larutan stok potasium permanganat (5.4) ke dalam labu ukur 1 000 mL. Tera dengan air dan dihomogenkan.

Larutan ukur ini relatif stabil selama beberapa bulan jika disimpan di tempat gelap. Prosedur yang diuraikan pada 3.6.1.6.5 secara otomatis diperbolehkan untuk konsentrasi yang tepat untuk dimasukkan ke perhitungan 3.6.1.7.1.

### 3.6.1.4 Alat

Peralatan laboratorium yang biasanya digunakan, dan yang berikut ini yang harus digunakan.

**3.6.1.4.1** Penangas air, dengan sebuah penyangga untuk tabung reaksi, dengan kapasitas yang sesuai dan kekuatan yang menjamin bahwa larutan dalam tabung reaksi mudah dijangkau dan suhunya dapat dipertahankan antara  $96 \text{ }^\circ\text{C}$  dan  $98 \text{ }^\circ\text{C}$ , selama kedua pemanasan awal dan tahapan reaksi.

**3.6.1.4.2** Tabung uji, dengan panjang 150 mm hingga 200 mm, diameter 25 mm hingga 35 mm dan ketebalan dinding 0,5 mm hingga 1 mm. Simpan tabung uji tersebut secara terpisah selama penentuan indeks permanganat.

Bersihkan semua tabung reaksi yang baru dengan pemanasan menggunakan larutan permanganat yang diasamkan. Ini akan dikontrol oleh penentuan blanko hingga nilainya cukup kecil dan konstan.

Nilai suatu blanko  $V_0$  biasanya tidak lebih dari 0,1 mL.

**3.6.1.4.3** Buret, dengan kapasitas 10 mL, sebaiknya digunakan tipe piston, berskala dengan resolusi 0,02 mL, dan disesuaikan dengan kebutuhan dari ISO 358-1.

**SNI 3554:2015**

3.6.1.4.4 Labu ukur, dengan kapasitas 100 mL dan 1 000 mL.

3.6.1.4.5 Pipet volumetri, dengan kapasitas 5 mL, 10 mL, 25 mL, 50 mL, dan 100 mL.

**3.6.1.5 Sampling dan sampel**

Dengan segera setelah sampel diterima di laboratorium, tambahkan asam sulfat (3.6.1.3.2) pada setiap liter sampel, jika ini tidak dilakukan selama sampling di lapangan, bagaimanapun juga sampel harus disimpan sebelum dianalisis.

Analisis sampel dilakukan secepatnya dan tidak boleh lebih dari 2 hari setelah dilakukan sampling. Sampel disimpan di tempat gelap pada suhu 0 °C hingga 5 °C jika waktu penyimpanan lebih dari 6 hari.

Kocok botol penyimpanan dan pastikan seluruh komponen homogen ketika ada bagian dari analisis yang ditundur.

**3.6.1.6 Prosedur**

3.6.1.6.1 periksa semua labu dan tabung reaksi (3.6.1.4.2) yang digunakan selama prosedur, agar benar-benar bersih (3.6.1.4.1).

3.6.1.6.2 Encerkan sampel yang mengandung Indeks permanganat yang tinggi, sehingga hasil pengenceran sampel berada pada kisaran 0,5 mg/L hingga 10 mg/L.

3.6.1.6.3 Pipet 25,0 mL  $\pm$  0,25 mL sampel uji (atau sampel uji yang diencerkan) ke dalam tabung uji. Tambahkan 5 mL  $\pm$  0,5 mL asam sulfat (3.6.1.3.3) dan campurkan dengan putaran secara perlahan.

Tempatkan tabung uji tersebut ke dalam penangas air (3.6.1.4.1) selama 10 menit  $\pm$  2 menit.

Tambahkan 5 mL  $\pm$  0,05 mL larutan ukur potasium permanganat (3.6.1.3.7) dan perhitungan waktu dimulai.

Setelah 10 menit  $\pm$  15 detik, tambahkan 5 mL  $\pm$  0,05 mL larutan ukur standar natrium oksalat (3.6.1.3.5) dan tunggu hingga larutan tidak berwarna. Titrasi, sambil dipanaskan, dengan larutan ukur potasium permanganat (3.6.1.3.7) hingga berwarna merah muda seulas yang bertahan kira-kira 30 detik. Catat volume  $V_1$  larutan permanganat yang digunakan.

3.6.1.6.4 Lakukan hal yang sama pada biangko, menggunakan prosedur yang sama, tetapi gantikan bagian yang diuji dengan 25 mL air. Catat volume  $V_0$  larutan permanganat yang digunakan.

Simpan larutan yang dititrasi untuk standardisasi larutan ukur potasium permanganat yang diuraikan pada 3.6.1.6.5.

3.6.1.6.5 Kedalam larutan biangko yang dititrasi, yang disimpan pada uji (3.6.1.6.4), tambahkan 5,00 mL  $\pm$  0,005 mL larutan ukur standar (3.6.1.3.5). Panaskan kembali larutan tersebut, jika diperlukan, pada 80 °C dan dititrasi dengan larutan ukur potasium permanganat (3.6.1.3.7) hingga muncul warna merah muda seulas yang bertahan kira-kira 30 detik. Catat volume  $V_2$  dari larutan permanganat yang digunakan.

**CATATAN 4** adalah suatu hal yang baik jika larutan yang dititrasi disimpan dalam tabung uji saat diperlukan untuk penentuan Indeks permanganat selanjutnya.

### 3.6.1.7 Penyampalan hasil

#### 3.6.1.7.1 Perhitungan

Hitung indeks permanganat,  $I_{Mn}$ , nyatakan dalam miligram oksigen/L, menggunakan:

$$I_{Mn} = \frac{V_1 - V_2}{V_3} \times f$$

Dimana

$V_0$  volume, dalam milliliter, dari larutan permanganat yang digunakan pada titrasi blangko (3.6.1.6.4);

$V_1$  volume, dalam milliliter, dari larutan permanganat yang digunakan pada titrasi sampel uji (3.6.1.6.3);

$V_2$  volume, dalam milliliter, dari larutan permanganat yang digunakan pada titrasi standarisasi (3.6.1.6.5);

$f$  adalah faktor, dalam miligram/L, untuk perhitungan kembali oksigen dan volume sampel yang digunakan;  $f$  dihitung seperti berikut:

$$f = \frac{V_4 \times c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) \times M_0 \times 1\,000}{1\,000 \times V_5}$$

dimana

$V_4$  volume, dalam milliliter, dari larutan standar ukur natrium oksalat (3.6.1.3.5) yang digunakan pada penentuan 3.6.1.6.5 ;

$c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  jumlah(konsentrasi), dalam mmol/L, dari larutan standar ukur (3.6.1.3.5);

1 000(pembilang) faktor untuk perhitungan kembali dari  $c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ , dari mmol/L ke mmol/mL, dalam milliliter/Liter;

$M_0$  massa molar, dalam miligramoksigen/milimol, untuk perhitungan kembali oksigen;

$V_5$  volume sampel yang digunakan, dalam milliliter;

1 000(penyebut) faktor untuk perhitungan kembali dari pengukuran nilai untuk 1 liter dari volume sampel, dalam milliliter/Liter

## SNI 3554:2015

## 3.6.1.7.2 Ketepatan

## 3.6.1.7.2.1 Standar dalam laboratorium

Sampel	Indeks permanganat yang diperoleh (mg/L)	Standar deviasi (mg/L)	Derajat kebebasan
Air kran <sup>1)</sup>	1,28 – 1,94	0,06 – 0,21	10
Resorsinol <sup>2)</sup> (1,0 mg/L)	1,63 – 2,04	0,06 – 0,20	10
Resorsinol <sup>2)</sup> (6,0 mg/L)	9,32 – 10,28	0,07 – 0,27	10
Berbagai jenis air baku dan air minum <sup>3)</sup>	0,23 – 8,17	0,05 – 0,60	Bervariasi diatas 10

<sup>1)</sup> kisaran nilai yang diperoleh dari pengujian air kran pada 6 laboratorium. N.B. kisaran nilai yang diperoleh tidak dapat digunakan untuk mengindikasikan keberadaan dari bias laboratorium, karena kemungkinan ketidakstabilan dari sampel.

<sup>2)</sup> kisaran nilai yang diperoleh oleh 7 laboratorium untuk larutan resorsinol, terbuat dari laboratorium tunggal, dari contoh resorsinol yang didistribusikan.

<sup>3)</sup> kisaran simpangan baku dari berbagai air baku dan air minum, data diperoleh dari 5 laboratorium.

## 3.6.1.7.2.2 standar deviasi

Sampel	Indeks permanganat yang diperoleh (mg/L)	Standar deviasi (mg/L)	Derajat kebebasan
Resorsinol <sup>1)</sup> (1,0 mg/L)	1,83	0,1	20
Resorsinol <sup>1)</sup> (6,0 mg/L)	9,95	0,12	23

<sup>1)</sup> total standar deviasi diperoleh oleh laboratorium tunggal oleh beberapa bets.

## 3.6.1.8 Laporan hasil uji

Hasil uji akan menyertakan beberapa informasi berikut:

- referensi pada standar ini
- ketepatan identifikasi sampel
- beberapa prapertakuan, seperti filtrasi atau sedimentasi, yang mungkin mempengaruhi hasil
- hasilnya, hingga dua angka penting dan dinyatakan dalam miligram per liter
- setiap perbedaan dari prosedur spesifik, setiap pengerjaan yang dianggap sebagai pilihan, atau beberapa kondisi lain yang dapat mempengaruhi hasil.