

SKRIPSI

**PENGGUNAAN ARANG AKTIF TEMPURUNG SIWALAN SEBAGAI
MEDIA FILTRASI DALAM MENURUNKAN KESADAHAN AIR DI
DESA LANCA KABUPATEN BONE**

ANDI MEYLISYAH

K011181011



*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGGUNAAN ARANG AKTIF TEMPURUNG SIWALAN SEBAGAI
MEDIA FILTRASI DALAM MENURUNKAN KESADAHAN AIR DI
DESA LANCA KABUPATEN BONE**

Disusun dan diajukan oleh

**ANDI MEYLISYAH
K011181011**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelasaan Studi Program Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
pada tanggal 1 Juli 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Muh. Fajaruddin Natsir, SKM., M.Kes
Nip. 19890211 201504 1 002

Dr. Svamsuar M. S.K.M., M.Kes., M.Sc.PH
Nip. 19790911 200501 1 001

Ketua Program Studi,



Dr. Supriah, SKM, M.Kes
Nip. 197405202002122001


PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah di pertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Jum'at Tanggal 1 Juli 2022.

Ketua : Muh.Fajaruddin Natsir,S.KM.,M.Kes (.....)

Sekretaris : Dr. Syamsuar M, S.KM., M.Kes.,M.Sc.PH (.....)

Anggota :

1. Prof.Dr.Anwar,S.KM.,M.Sc.,PhD (.....)

2. Awaluddin,S.KM.,M.Kes (.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Meylisyah
Nim : K011181011
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
No.Hp : 085342155100
E-mail : meylisyah49186@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi **“PENGGUNAAN ARANG AKTIF TEMPURUNG SIWALAN SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM MENURUNKAN KESADAHAN AIR DI DESA LANCA KABUPATEN BONE”** benar bebas dari plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia di sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 1 Juli 2022


Andi Meylisyah

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan Lingkungan
Makassar, 14 Juni 2022

Andi Meylisyah

“Penggunaan Arang Aktif Tempurung Siwalan Sebagai Media Filtrasi dalam Menurunkan Kesadahan Air di Desa Lanca Kabupaten Bone”

(xvii + 97halaman + 4tabel + 7 lampiran)

Air dengan tingkat kesadahan yang tinggi dapat menimbulkan masalah kesehatan karena kadnungan mineral berlebihan yang terkandung didalamnya dapat menjadi penyebab seperti batu ginjal dan dan gangguan saluran kemih, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar kesadahan air di Mata Air Waecinnonge Desa Lanca Kabupaten Bone serta efektivitas penggunaan karbon aktif dalam menurunkan kesadahan air, kandungan kalsium, magnesium dan besi dalam air.

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu dengan bentuk pendekatan analisis deskriptif, menggunakan uji laboratorium untuk mengetahui tingkat kesadahan, kalsium, magnesium dan besi pada air sebelum dan setelah filtrasi menggunakan arang aktif tempurung siwalan pada ketebalan 60 cm, 70 cm dan 80 cm.

Hasil penelitian pada identifikasi pemeriksaan kesadahan air pada Mata Air Waecinnonge Desa Lanca didapatkan hasil 724,42 mg/ L, penurunan kesadahan paling rendah setelah filtrasi yaitu 29,30 mg/L dengan penurunan sebesar 95,96% yang didapatkan pada filtrasi ketiga ketebalan 60 cm. Pemeriksaan kalsium didapatkan hasil 658,52 mg/ L, penurunan kalsium paling rendah setelah filtrasi yaitu 12,54 mg/L dengan penurunan sebesar 98,10% yang didapatkan pada filtrasi kedua dengan ketebalan 60 cm. Pemeriksaan magnesium didapatkan hasil 95,9 mg/ L penurunan Magnesium paling rendah setelah filtrasi yaitu 2,64 mg/L dengan penurunan sebesar 97,25 % yang didapatkan pada filtrasi ketiga ketebalan 60 cm. hasil dari pemerikaan kandungan besi tidak didapatkan kandungan besi didalam air sampel yang diperiksa. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kesadahan air di Mata Air Waecinnonge desa Lanca telah melebihi batas yang ditentukan, karbon aktif tempurung siwalan efektif dalam menurunkan parameter kesadahan, Ca dan Mg pada semua variasi ketebalan. Sebaiknya sebelum digunakan air tersebut difiltrasi terlebih dahulu dengan menggunakan karbon aktif atau bentuk pengolahan air lainnya

Kata kunci: Kesadahan, Kalsium, Magnesium, Arang aktif, Filtrasi

Daftar Pustaka: 120 (2003-2021)

SUMMARY

**Hasanuddin University
Faculty of Public Health
Environmental Health
Makassar, 14 June 2022**

Andi Meylisyah

"Use of Siwalan Shell Activated Charcoal as a Filtration Media in Reducing Water Hardness in Lanca Village, Bone Regency"

(xiv + 97 Pages + 4 Table + 7 Attachments)

Water with a high level of hardness can cause health problems because the excessive mineral content contained in it can cause kidney stones and urinary tract disorders. The purpose of this study was to determine the level of water hardness in Waecinnonge Springs, Lanca Village, Bone Regency and the effectiveness of its use. activated carbon in lowering water hardness, the content of calcium, magnesium and iron in water.

The type of research used was a quasi-experimental with descriptive analysis approach, using laboratory tests to determine the level of hardness, calcium, magnesium and iron in water before and after filtration using activated charcoal of siwalan shell at a thickness of 60 cm, 70 cm and 80 cm.

The results of the research on the identification of the water hardness examination at the Waecinnonge Spring in Lanca Village, the results obtained were 724.42 mg/L, the lowest decrease in hardness after filtration was 29.30 mg/L with a decrease of 95.96% which was obtained in the third filtration with a thickness of 60 cm. . Examination results obtained 658.52 mg/L, the lowest decrease in calcium after filtration is 12.54 mg/L with a decrease of 98.10% obtained in the second filtration with a thickness of 60 cm. Examination of magnesium obtained results of 95.9 mg/L. The lowest decrease in magnesium after filtration was 2.64 mg/L with a decrease of 97.25% which was found in the third filtration with a thickness of 60 cm. the results of the iron content examination did not find iron content in the examined sample water. The conclusion of this study is that the water hardness in Waecinnonge Springs, Lanca village has exceeded the specified limit, activated carbon of siwalan shell is effective in reducing hardness parameters, Ca and Mg at all thickness variations. Preferably before use the water is filtered first using activated carbon or other forms of water treatment

Keywords: Hardness, Calcium, Magnesium, Activated Charcoal, Filtration

References: 120 (2001-2022)

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puja dan puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena izin dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul ***“Pengaruh Arang Aktif Tempurung Siwalan sebagai Media Filtrasi dalam Menurunkan Kesadahan Air di Desa Lanca Kabupaten Bone”***. Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus di penuhi untuk mencapai Gelar Sarjana (S1) pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Jurusan Kesehatan Lingkungan Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna oleh karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis dapatkan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mohon maaf atas segala kekurangan.

Penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa ada bantuan dan kerjasama dari pihak lain. Dengan tidak melupakan uluran tangan dan bantuan yang telah penulis peroleh dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak **Muh. Fajaruddin Natsir, S.KM., M.Kes** selaku pembimbing I dan Bapak **Dr.Syamsuar Manyullei S.KM.,M.Kes.,M.Sc.PH** selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dengan penuh keikhlasan dan kesabaran, serta meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan arahan kepada penulis.

Penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada kedua orang tua, Ayahanda **Andi Suwardi S.Sos** dan Ibunda **Hj.Andi Artati S.Sos** atas kasih sayang, cinta, perhatian, pengorbanan, limpahan materi dan doa dalam setiap akhir sujudnya yang tiada hentinya dipanjatkan untuk mengiringi langkah penulis demi kesehatan dan keselamatan serta kelancaran dalam menempuh jenjang pendidikan hingga penyelesaian skripsi.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak **Dr. Aminuddin Syam, SKM., M.Kes., M.Med.Ed** selaku dekan, Bapak **Ansariadi, SKM., M.Sc.PH., Ph.D** selaku wakil dekan I, Bapak **Dr. Atjo Wahyu, SKM., M.Kes** selaku wakil dekan II dan Bapak **Prof. Sukri Palutturi, SKM, M.Kes, M.Sc, Ph.D** selaku wakil dekan III beserta seluruh tata usaha, kemahasiswaan, akademik, asisten laboratorium FKM UNHAS atas bantuannya selama penulis mengikuti pendidikan di FKM UNHAS.
2. Bapak **Prof.Anwar, S.KM.,M.Sc.PhD** selaku dosen penguji dari departemen Kesehatan Lingkungan dan Bapak **Awaluddin, S.KM., M.Kes** selaku dosen penguji dari departemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang telah meluangkan waktunya dan banyak memberi masukan, kritikan serta arahan kepada penulis.
3. Ibu **Dr. Erniwati Ibrahim, S.KM., M.Kes** selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan, beserta seluruh dosen dan staf departemen Kesehatan Lingkungan atas bantuannya dalam memberikan arahan, bimbingan, ilmu pengetahuan yang selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

4. Bapak dan Ibu dosen pengajar Fakultas Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berharga selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanidain.
5. Kepala Desa Lanca **Andi Rahmatang, S.Sos** selaku pemerintah setempat yang telah mengizinkan dan membantu peneliti selama pelaksanaan penelitian.
6. **Ibu Stientje, S.KM.,M.KM** sebagai tenaga laboratorium yang telah membantu saya dalam proses pemeriksaan sampel penelitian yang dilakukan oleh peneliti.
7. Kepada Kedua Kakak saya **Andi Irawati S.Pd** dan **Andi Raehana S.Pd** yang telah banyak membantu dan selalu mendengar keluh kesah penulis tentang penelitian yang dilakukan
8. Teman-teman *Sisterhood* (**Devy Oktavanty, Nurul Khafifah, Rabiyyatul Asgar,Angel Dwi Gusti Linting, Nurfauziah Nusbah**) yang selalu ada menemani dari awal hingga akhir semester, yang terus memberikan masukan, dukungan semangat, hiburan dan kenangan selama penulis kuliah hingga menjadi sarjana.
9. Teman-teman **CCPJ** (**Devy Okatvianty, Aliyah Rofifah, Nur Khafifah**) yang telah menemani dan menjadi teman saat penulis masi menjadi mahasiswa baru dan terkhusus untuk **Noviana Rosadi** dan **Andi Srihartina S.Tr.Keb** yang senantiasa menemani dalam penelitian dan selalu memberikan semangat dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman **Pejuang Muda Bone** (**Rosari Octavia, Resi Ina Pertiwi B, Nur Waqiah Jawahir, Muh.Yusril, Todo Anugerah Simbolon,**

Muhammad Rizal, Muhammad Wahyu Alfakhruddin, Zulkifli Amatullah

K) yang selalu menjadi support sistem dan kebersamai selama program kampus merdeka dan terimakasih telah mengerti serta membantu penulis dari kuliah, magang sampai saat ini.

11. Terimakasih kepada teman-teman **FORKOM KL**, yang selalu menemani susah senangnya perkuliahan hingga selesai, bagi penulis kalian bukan hanya teman tapi saudara.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik pembaca yang bersimpati pada skripsi ini untuk penyempurnaannya. Akhir kata, tiada kata yang patut penulis ucapkan selain doa semoga ALLAH Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan ridho dan berkah-Nya atas amalan kita di dunia dan di akhirat. Aamiin.

Makassar, 11 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	10
C. Tujuan	10
D. Manfaat Penelitian	11
BAB II.....	12
A. Tinjauan Umum tentang Air Bersih	12
B. Tinjauan Umum Tentang Kesadahan Air	29
C. Tinjauan Umum Tentang Bentuk-Bentuk Pengolahan Air	32
D. Tinjauan Umum tentang Karbon Aktif	40
E. Kerangka Teori.....	52
BAB III.....	54
A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian	54
B. Kerangka Konsep	55
C. Definisi Operasional.....	56

BAB IV	58
A. Jenis Penelitian.....	58
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	59
C. Populasi dan Sampel	59
D. Sumber dan Jenis Data.....	60
E. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	61
F. Pengolahan Data.....	67
G. Analisis Data	67
BAB V.....	69
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	69
B. Hasil Penelitian	69
C. Pembahasan.....	73
BAB VI.....	85
A. Kesimpulan	85
B. Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	100
D. Pemeriksaan sampel.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Operasional Penelitian	56
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Kesadahan Air Sebelum dan Setelah Filtrasi Menggunakan Aran Aktif Tempurung Siwalan.....	71
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Kalsium Air Sebelum dan Setelah Filtrasi Menggunakan Aran Aktif Tempurung Siwalan.....	72
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Magnesium Air Sebelum dan Setelah Filtrasi Menggunakan Aran Aktif Tempurung Siwalan.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka Teori	52
Gambar 3.1 Kerangka Konsep	55
Gambar 4.1 Skema Penelitian	59
Gambar 4.2 Alat Filtrasi yang Akan digunakan.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Hasil Observasi	101
Lampiran 2 Lembar Perbaikan Proposal.....	103
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian dari Fakultas.....	104
Lampiran 4. Surat Izin Penelitian dari PTSPP Provinsi.....	105
Lampiran 5. Surat Izin Penelitian dari PTSPP Kabupaten.....	106
Lampiran 6. Hasil Pemeriksaan Laboratorium	107
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	108
Lampiran 8. Daftar Riwayat Hidup.....	112

DAFTAR SINGKATAN

B Flabellifer L: Borrasmus Flabellifer L

BPS	: Badan Pusat Statistik
pH	: <i>Power of Hydrogen</i>
PPM PLP	: Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Pemukiman
TDS	: <i>Total Dissolved Solid</i>
NTU	: <i>Nepelometric Turbidity Unit</i>
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i>
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
EDTA	: <i>Etilen Diamina Tetra Asetat</i>
NAB	: Nilai Ambang Batas
E.Coli	: <i>Escherecia Coli</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>
GAC	: <i>Granular Activated Carbon</i>
PAC	: <i>Powder Activated Carbon</i>
EBT	: <i>Enochrome Black T</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan suatu bentuk senyawa anorganik, yang dalam kondisi murni bening, tidak memiliki warna dan tidak berasa. Unsur penyusun air adalah atom hidrogen dan oksigen dengan rumus molekul H₂O. Air merupakan unsur utama penyusun makhluk hidup yang ditemukan di semua jenis makhluk hidup termasuk manusia serta merupakan penyusun hidrosfer bumi. Air dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk keperluan mandi, mencuci, memasak dan yang paling utama adalah untuk minum (Salim and Taslim, 2021).

Sebagai elemen utama kehidupan manusia air merupakan kebutuhan pokok, hampir setiap kegiatan makhluk hidup melibatkan air didalamnya. Ketersediaan dari sumber air yang setiap saat kita gunakan untuk pemenuhan kebutuhan hidup selalu mengalami penurunan baik itu berupa penurunan kualitas maupun kuantitas. (Putra and Mairizki, 2020). Sekitar 71 % dari total permukaan bumi tertutupi oleh air yang terus bergerak mengikuti suatu siklus yang disebut siklus air, siklus tersebut berlangsung melalui proses penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah menuju lautan (Novia *et al.*, 2019).

Sebagian besar permukaan bumi ditutupi oleh air dalam bentuk air laut selain itu air juga tersedia dalam bentuk air sungai, es dan salju. Air sebagai lapisan bumi yang membentuk lingkungan hidup disebut sebagai hidrosfer,

semua makhluk hidup membutuhkan air yang bersumber dari lapisan hidrosfer ini tak terkecuali manusia. Tubuh manusia sendiri sebagian besar tersusun oleh air, yang secara tidak langsung menyatakan bahwa air adalah sumber utama kehidupan (Zulhilmi *et al.*, 2019). Sekitar 67% dari berat tubuh manusia berasal dari air dan dua per tiga air ini terdapat dalam sel-sel tubuh, sepertiga dan sisanya terdapat dalam rongga-rongga diantara sel-sel tersebut (J.Kodoatie, 2012).

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020 tingkat efektifitas produksi air perusahaan air bersih di Indonesia yaitu 82,04 %, dimana provinsi dengan tingkat efektifitas produksi air tertinggi adalah Daerah Khusus Ibukota Jakarta yaitu 96.48 %, dan terendah adalah Nusa Tenggara Timur yaitu 46.09 %, Sementara itu provinsi Sulawesi selatan sebesar 80,02 % (Badan Pusat Statistik, 2021).

Keperluan dan kebutuhan air setiap orang berbeda-beda, hal itu tergantung dari jenis aktivitasnya. Kebutuhan utama air manusia adalah kebutuhan air minumannya dimana setiap makhluk hidup membutuhkan air untuk diminum. Air dimanfaatkan sebagai sektor pendukung ekonomi antara lain sektor rumah tangga, pertanian, industri dan infrastruktur bahkan sebagai sarana transportasi. Ketersediaan air tidak merata disetiap daerah karena pendistribusiannya yang terkadang tidak merata, pendistribusi air seharusnya diupayakan optimal dari daerah sumber air ke daerah-daerah di sekitarnya terutama ke daerah kering yang harus segera mendapatkan saluran air (Zulhilmi *et al.*, 2019).

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan, pada media media air untuk keperluan hygiene dan sanitasi meliputi berbagai jenis parameter. Parameter tersebut terdiri parameter fisik, biologi, dan kimia. parameter tersebut merupakan tolak ukur layak tidaknya air tersebut digunakan sebagaimana mestinya

Salah satu parameter yang penting dalam menentukan kualitas air adalah kesadahan. Kesadahan air pada dasarnya merupakan gambaran jumlah kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) serta mineral lainnya yang terkandung dalam air. Persyaratan standar kualitas air bersih dan air minum tingkat kesadahan maksimum yang diperbolehkan adalah 500mg/l, dan kadar minimum yang diperbolehkan adalah 75 mg/l (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Kesadahan air diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu kesadahan sementara dan kesadahan tetap. Kesadahan sementara diakibatkan oleh adanya senyawa-senyawa Bikarbonat (HCO_3) yang terdapat dalam air, yang apabila dipanasi pada suhu tertentu akan terurai menjadi Karbondioksida (CO_2) dan Oksigen (O) meninggalkan suatu endapan yang dapat dipisahkan (Alisya, Alwi and Idris, 2021).

Di Indonesia banyak daerah yang dikelilingi bukit kapur yang mengakibatkan tingginya kesadahan air pada air tanah disekitar perbukitan kapur tersebut. Masih banyak daerah di Indonesia yang memiliki tingkat kesadahan air yang tinggi, di Bandung Playen Gunung Kidul Yogyakarta didapatkan tingkat kesadahan air sebesar 597.56 mg/L, tingkat kesadahan

tersebut telah melebihi standar baku mutu yang di izinkan untuk air bersih yaitu 500 mg/L (Sejati, Rizki and Widaryanti, 2021).

Tingkatan kesadahan air yang berasal dari berbagai tempat pada umumnya juga berbeda-beda. Salah satu sumber air yang biasanya mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi adalah air tanah. Rata-rata kesadahan air yang tinggi pada air tanah ini terjadi karena air tanah biasanya memiliki kontak dekat pada batuan kapur dari lapisan tanah yang dilaluinya (Nyoman, Amri and Harun, 2018).

Air sadah memiliki fungsi sebagai pemenuhan asupan kalsium dan magnesium bagi makhluk hidup, terutama untuk keperluan kalsium manusia, namun selain memiliki dampak positif air sadah juga memiliki dampak negatif utamanya pada lingkungan dan kesehatan. Tingginya tingkat kesadahan air tanah menyebabkan jumlah busa yang dihasilkan oleh deterjen saat mencuci berkurang sehingga penggunaannya dalam jumlah besar dan dapat merusak lingkungan. Air sadah juga dapat menyebabkan korosi pada peralatan rumah tangga. Air dengan tingkat kesadahan air yang tinggi juga berdampak pada kesehatan, antara lain dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah jantung, kanker, kerusakan pada sistem saraf pusat, penyakit alzheimer, diabetes, batu ginjal, kesehatan reproduksi, dan tulang keropos (Kilo, 2018). Secara khusus kelebihan unsur kalsium akan menimbulkan *Hyperparathyroidism*, batu ginjal akibat terakumulasinya endapan Kalsium Karbonat (CaCO_3), dan menyebabkan kerusakan pada jaringan otot (Samsudin, Ponidi and Triastuti, 2020).

Dalam pemakaian yang cukup lama, kesadahan dapat menimbulkan gangguan ginjal akibat terakumulasinya endapan CaCO_3 dan MgCO_3 . Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa ada hubungan bermakna antara kualitas kesadahan total air bersih dengan kejadian penyakit batu ginjal dan saluran kemih. Hasil perhitungan OR menunjukkan bahwa responden yang kadar kesadahan air bersihnya tidak memenuhi syarat mempunyai risiko terkena penyakit batu ginjal dan saluran kemih sebesar 5,916 kali lebih besar dari pada responden yang kadar kesadahan air bersihnya memenuhi syarat (Bartoletti *et al.*, 2007). Salah satu contohnya adalah di Desa Karang Dawa, yang ditemukan ada hubungan antara kesadahan air sumur gali dengan kejadian penyakit batu ginjal di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal (Krisna, 2011).

Tingginya kesadahan air mengindikasikan perlunya proses pengolahan untuk mengurangi kandungan zat yang menimbulkan kesadahan tersebut, ada berbagai cara yang bisa dilakukan misalnya *Electrodialysis*. *Electrodialysis* merupakan metode pengolahan air dengan proses air dilewatkan diantara dua plat dengan muatan listrik dan kandungan logam air ditarik ke plat dengan muatan negatif sementara yang non metal ditarik ke plat dengan muatan positif. Cara lain dalam menurunkan kesadahan air dapat dilakukan dengan penyulingan, cara ini dilakukan dengan menguapan air. Selain itu kesadahan air juga dapat dikurangi dengan metode filtrasi, filtrasi dapat dilakukan secara konvensional dengan menggunakan berbagai media filter zeolit alam, pasir silika, dan karbon aktif (Nyoman, Amri and Harun, 2018).

Filtrasi atau penyaringan merupakan langkah awal dalam proses pengolahan air secara fisik yang bertujuan untuk menghilangkan partikel yang terkandung dalam air. Pada proses filtrasi ini akan terjadi proses pemisahan padatan dari larutan untuk menyisahkan partikel-partikel tersuspensi yang sangat halus, dimana larutan tersebut dilewatkan melalui suatu media berpori atau materi berpori (Husaini, Yenni and Wuni, 2020).

Media filtrasi yang paling umum digunakan untuk menurunkan kesadahan air adalah arang aktif. Arang aktif merupakan jenis arang yang telah diproses terlebih dahulu sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian arang aktif ini memiliki daya serap yang cukup tinggi yang dapat menghilangkan partikel sehingga mengurangi mineral-mineral air penyebab tingginya kesadahan. Arang aktif merupakan media filtrasi yang paling efektif dalam menyerap zat terlarut dalam air baik itu berupa zat organik maupun anorganik karena pori-pori yang terbentuk pada proses aktivasinya (Abdurrivai and Rayani, 2018).

Penurunan kesadahan air pada proses filtrasi menggunakan karbon aktif dapat dipengaruhi oleh berbagai hal salah satunya adalah waktu kontak. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ratnasari Dewi dkk pada tahun 2018 menunjukkan bahwa ada pengaruh tingkat kesadahan air dengan lama kontak dengan arang kayu. persentase penurunan pada waktu kontak 10 menit (25,23%), 20 menit (36,44%) dan 30 menit (56,38%). Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kesadahan yang paling efektif adalah 30 detik. (Dewi, Kusuma and Kurniawati, 2018).

Ketebalan dari arang aktif juga berpengaruh terhadap efektifitas filtrasi terhadap kesadahan air, dari penelitian yang dilakukan oleh Annisa Khoiril Ummah 2021 menemukan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara berbagai variasi ketebalan media arang aktif-zeolit terhadap kesadahan, semua variasi ketebalan media arang aktif dan zeolit efektif menurunkan kesadahan (Ummah, 2021). Emmi Bujawati dkk, pada penelitiannya menemukan bahwa ketebalan arang aktif pada proses filtrasi mempengaruhi penurunan kesadahan air. Persentase penurunan kesadahan pada ketebalan 60 cm (72.71 %), 70 cm (16.03%), dan 80 cm (20.05%). Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kesadahan yang paling efektif dari variasi ketebalan 60 cm, 70 cm, dan 80 cm yaitu pada ketebalan 60 cm (Bujawati, Rusmin and Basri, 2014).

Kebutuhan arang aktif di Indonesia semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan arang aktif baik itu untuk keperluan pengolahan air, kosmetik maupun obat-obatan. Untuk itu dibutuhkan pasokan bahan baku yang cukup untuk memenuhi permintaan tersebut. Pembuatan arang aktif pada umumnya menggunakan bahan baku kayu dan tempurung kelapa sebagai bahan utama, padahal saat ini potensi hutan sebagai penghasil kayu terus mengalami penurunan begitu pula tempurung kelapa yang juga semakin banyak diperlukan. Untuk mengurangi penggunaan kayu dan tempurung kelapa sebagai bahan baku arang aktif maka digunakan alternatif bahan baku dari tempurung buah lontar yang belum dimanfaatkan secara optimal. Tempurung siwalan baik digunakan sebagai alternative bahan baku karbon

aktif karena umumnya dimasyarakat hanya menjadi limbah dan tidak digunakan, sehingga dapat menambah nilai ekonomi dan mengurangi jumlah limbah yang ditimbulkan (Kurniawan and Sutapa, 2019).

Tempurung Siwalan adalah tempurung yang berasal dari tanaman lontar atau siwalan *Borrassus flabellifer L (B. flabellifer L)*. *B Flabellifer* merupakan tumbuhan dengan jenis jenis *palmae* yang banyak dijumpai di daerah Indonesia bagian tengah (Bali, Nusa Tenggara dan Sulawesi). Tanaman ini hidup pada ketinggian 100-500 meter diatas permukaan laut, dengan curah hujan 1000-2000 mm/tahun, jumlah bulan kering 4-8 bulan dan kelembaban udara 60- 80%. Tanaman ini juga sangat cocok tumbuh pada tanah jenis *Salluvial Hidromorf, Alluvial* kelabu tua, kelabu kuning, latosol merah dan latosol cokelat kemerah-merahan (Lano, E.S.Ledo and Nitsae, 2020).

Desa Lanca merupakan salah satu desa yang terletak di Kabupaten Bone Kec.Tellu Siattinge, dengan luas sebesar 13,92 km² dan jumlah penduduk 2.50 penduduk menurut data Buku Induk Kependudukan Desa Lanca. Masyarakat desa Lanca umumnya bekerja sebagai petani. Sebagian besar wilayah desa lanca dikelilingi oleh perbukitan kapur. Sumber air bersih yang digunakan oleh masyarakat bersumber dari air tanah berupa mata air Waecinnongge. Air tersebut yang digunakan sehari-hari untuk keperluan mencuci, mandi dan untuk keperluan air minum melalui proses pemasakan atau pemanasan air. Disekeliling mata air tersebut dikelilingi bukit kapur, dan dekat dengan tambang illegal batuan kapur.

Mata air waecinnonge Desa Lanca Kabupaten Bone merupakan sumber utama kebutuhan air masyarakat setempat yang telah digunakan selama puluhan tahun dengan memanfaatkan pompa air maupun secara manual. Dengan bantuan pemerintah pemenuhan air saat ini telah menggunakan pompa besar sehingga juga bisa digunakan oleh warga desa yang tinggal di beberapa dusun yang dulunya tidak bisa dialiri dengan menggunakan pompa kecil karena jauh dari sumber mata air dan berada pada dataran yang lebih tinggi. Oleh karena itu bentuk pengolahan dan pemeriksaan air perlu dilakukan untuk memastikan air yang digunakan warga telah memenuhi syarat yang ditetapkan pemerintah.

Masyarakat sering mengeluhkan tentang air yang digunakan meninggalkan kerak putih kekuningan di pipa, tempat penampungan air yang merupakan ciri-ciri dari tingkat kesadahan air yang tinggi. Belum ada pemeriksaan tentang kimia air pada mata air tersebut utamanya kesadahan sehingga perlu adanya pemeriksaan terlebih dahulu. Karena ciri-ciri air mengindikasikan adanya kontaminasi zat kapur air dalam tanah sehingga penulis merasa perlunya proses filtrasi air menggunakan karbon aktif sebelum digunakan oleh masyarakat. Salah satu sumber daya yang ada di Desa Lanca adalah pohon lontar atau siwalan yang banyak ditemukan, tempurung dari buah siwalan yang sudah tua tidak dimanfaatkan dengan baik dan hanya dibuang oleh warga. Tempurung dari siwalan dapat digunakan sebagai bahan baku karbon aktif untuk menyelesaikan masalah kesadahan air yang ada di desa tersebut. Dari latar belakang diatas penulis merasa perlu adanya

penelitian tentang “**Penggunaan Arang Aktif Tempurung Siwalan sebagai Media Filtrasi Terhadap Penurunan Kesadahan Air di Desa Lanca Kab.Bone.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana gambaran penggunaan arang aktif tempurung siwalan sebagai media filtrasi dalam menurunkan kesadahan air di Desa Lanca Kabupaten Bone

C. Tujuan

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui gambaran arang aktif tempurung siwalan sebagai media filtrasi dalam menurunkan kesadahan air dan kandungan Kalsium, Magnesium serta besi dalam air

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui tingkat kesadahan air di Mata Air Waecinnonge Desa Lanca Kab.Bone
- b. Mengetahui efektivitas filtrasi menggunakan arang aktif tempurung siwalan pada beberapa variasi ketebalan dalam menurunkan kesadahan air
- c. Mengetahui efektivitas filtrasi menggunakan arang aktif tempurung siwalan pada beberapa variasi ketebalan dalam menurunkan kandungan Kalsium dalam air

- d. Mengetahui efektivitas filtrasi menggunakan arang aktif tempurung siwalan pada beberapa variasi ketebalan dalam menurunkan kandungan Magnesium dalam air
- e. Mengetahui efektivitas filtrasi menggunakan arang aktif tempurung siwalan pada beberapa variasi ketebalan dalam menurunkan kandungan besi dalam air

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Adanya penelitian ini agar dapat menambah wawasan dalam melakukan penelitian terhadap penggunaan arang aktif tempurung siwalan sebagai media filtrasi dalam menurunkan parameter kesadahan air.

2. Bagi Institusi Pendidikan

Diharapkan hasil dari analisis penelitian ini mampu menjadi referensi dan pengembangan ilmu pengetahuan.

3. Bagi Pemerintah Desa Setempat

Diharapkan hasil dari analisis penelitian ini dapat menjadi referensi dan acuan pemerintah Desa Lanca Kab.Bone dalam menentukan kebijakan dan menyelesaikan permasalahan kesadahan air di wilayah Desa Lanca

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Air Bersih

Air merupakan suatu zat yang tersusun dari dua jenis unsur kimia yaitu hidrogen dan oksigen yang dapat ditemukan berada dalam bentuk gas, cair, dan padat, dengan rumus kimia H_2O . Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini. Air adalah kebutuhan manusia yang sangat penting, yang digunakan diberbagai aspek kehidupan misalnya untuk keperluan konsumsi, sarana sanitasi, industri dan lain-lain (Afrianti Rahayu and Muhammad Hidayat Gumilar, 2017).

Kadar air didalam tubuh manusia mencapai sekitar 68% dan manusia perlu mempertahankan kadar air tersebut untuk keberlangsungan hidupnya, oleh karena itu air disebut salah satu kebutuhan pokok makhluk hidup utamanya manusia. Kebutuhan air dalam tubuh manusia diperoleh dari air minum, dengan jumlah kebutuhan yang berbeda-beda atau bervariasi tergantung dari kebutuhan dan aktivitas tiap individu. mulai dari 2,1 liter hingga 2,8 liter perhari. Air selain untuk keperluan hidup juga merupakan sarana utama yang dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. (Zamaruddin, 2018). Air tawar ketersediaannya yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup termasuk manusia hanya memiliki presentase 2,5 %,

sementara selebihnya adalah air laut dan yang berbentuk es di kutub utara maupun selatan. Air tersebut kemudian terbagi sebagai air sungai, air danau, air tanah, dan sebagainya.(Alifianna, 2018)

Air dalam kehidupan manusia tidak hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan secara fisik (yang dibutuhkan tubuh manusia), tetapi juga memiliki peran untuk membantu kegiatan manusia sehari-hari. Air digunakan untuk mencuci pakaian, mandi, dan memenuhi kebutuhan manusia lainnya. Selain manusia air juga digunakan oleh makhluk hidup lain seperti binatang, dan tumbuhan mengkonsumsi air sebagai pemenuh kebutuhannya. Beberapa fungsi lain dari air meliputi penyediaan air minum, sebagai penunjang pertanian, sebagai bahan baku dan proses di industri serta sarana transportasi (Irianto, 2015).

1. Jenis-jenis Air

a. Jenis Air berdasarkan Sumbernya

Permukaan bumi pada dasarnya terdiri dari 71% merupakan air, makanya ketika kita melihat bumi dari luar angkasa, bumi terlihat berwarna biru. 96% air di bumi ini bersifat asin sebagai air laut, sedangkan sisanya sekitar 4% yang bersifat tawar. Kurang dari 3% berwujud salju dan es, sedangkan 1% lainnya sebagai besar air tanah, dan sisanya kurang dari 0,1% sebagai air permukaan (sungai dan danau), serta berada di biosfer dan atmosfer (Irianto, 2015).

1) Air Tanah

Secara umum air tanah diartikan sebagai air yang berada dan berasal dari lapisan tanah, baik itu berupa air yang berada pada lapisan tanah tak jenuh maupun air yang berada pada lapisan tanah jenuh. Air yang berada pada lapisan tanah tak jenuh (*soil water*), merupakan air yang memiliki fungsi menunjang kehidupan vegetasi di permukaan. Sedangkan air yang berada pada lapisan tanah jenuh (*groundwater*), merupakan cadangan air di dalam lapisan tanah, yang bisa keluar melalui mata air (*artesis*) atau tinggal dalam lapisan tanah sebagai air fosil (*fossil water*) (Darwis, 2018). Adapun menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 48 tahun 2008 tentang air tanah menyebutkan Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2008).

Secara umum dapat disimpulkan bahwa air tanah adalah air di bawah permukaan tanah yang terdapat dalam pori-pori dan partikel tanah dan atau batuan, yang berada pada lapisan tanah tidak jenuh (*vadose zone*). Air tanah dasar (*groundwater*) adalah air yang terdapat pada ruang antara partikel tanah dan rekahan batuan di bawah pengelolaan air tanah permukaan tanah, yang letaknya berada pada lapisan tanah jenuh (*saturated zone*). Air tanah dasar merupakan kandungan air di dalam lapisan tanah

jenuh, baik itu berupa air tanah dangkal maupun air tanah dalam (Darwis, 2018).

Air tanah dapat dibedakan atas air tanah yang tertekan dan yang tidak tertekan. Air tanah tertekan atau lebih populer sebagai air tanah dalam (*groundwater*) disebut juga air artesis, yakni air pada lapisan pembawa yang terapit oleh dua lapisan kedap. Jika dilakukan pengeboran tanah dan menjumpai air tertekan, permukaan air itu dapat menyembur keluar. Air tanah yang tak tertekan atau air tanah bebas atau lebih populer di masyarakat sebagai air tanah dangkal (*soil water*), ialah air tanah yang tidak terapit oleh lapisan penyekap. Ini merupakan air tanah yang biasanya kita jumpai jika kita membuat sumur gali. Batas atas air tanah bebas disebut muka air tanah, yang sekaligus juga merupakan batas lajur jenuh. Air tanah (*groundwater*) bergerak ke bawah tanah melalui proses perkolasi (Rejekiningrum, 2009).

2) Air Laut

Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garam, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Air laut memang berasa asin karena memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Kandungan garam di setiap laut berbeda kandungannya. Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung Natrium Klorida (NaCl) atau garam. Kadar garam dalam air laut 3%, sebagai air

laut tidak memenuhi persyaratan sebagai air minum. Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah. Contohnya natrium, kalium, kalsium, dan lain-lain (Prastuti, 2017).

3) Air Atmosfer

Air atmosfer atau air hujan dalam keadaan murni sangat bersih namun karena adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri atau debu lainnya air ini mengalami pencemaran. Selain itu, air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap tempang penampungan, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi. Air hujan merupakan sumber air yang berkualitas tinggi dimana tersedia setiap musim hujan dan berpotensi untuk mengurangi tekanan terhadap pemakaian sumber air bersih (*fresh water sources*) (Beza, H and Suprayogi, 2016).

4) Permukaan

Air permukaan adalah bagian dari air hujan yang tidak mengalami infiltrasi (peresapan) atau air hujan yang mengalami peresapan dan muncul kembali ke permukaan bumi. Air permukaan dapat dibagi menjadi beberapa macam yaitu limpasan, sungai, danau, dan rawa. Salah satu jenis air permukaan yaitu sungai sebagai sumber air yang penting dan banyak dimanfaatkan, sepanjang keberadaannya cukup dalam jumlah dan kualitas untuk berbagai keperluan seperti rumah tangga, irigasi, industri,

aktivitas perdesaan dan perkotaan serta kehidupan organisme lainnya dalam suatu ekosistem (Poedjiastoeti *et al.*, 2017).

Air permukaan banyak digunakan untuk berbagai kepentingan, antara lain yaitu untuk diminum, kebutuhan rumah tangga, irigasi, pembangkit listrik, industri, serta mendukung semua bentuk kehidupan dan mempengaruhi kesehatan, gaya hidup, dan kesejahteraan ekonomi manusia. Air permukaan dibagi menjadi dua, air sungai dan air danau atau rawa. Sungai merupakan salah satu wadah tempat berkumpulnya air dari suatu kawasan. Air permukaan atau air limpasan mengalir secara grafitasi menuju tempat yang lebih rendah. Air sungai merupakan air yang bersumber dari mata air dan air hujan yang mengalir pada permukaan tanah yang memiliki elevasi lebih tinggi dari sungai. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh lingkungan di sekitar aliran sungai (Eryani, 2014).

Danau adalah daerah perairan yang terbentuk secara alami, berupa basin air yang sangat luas. Danau merupakan cekungan yang terjadi akibat peristiwa alam ataupun secara sengaja dibuat oleh manusia yang menyimpan air dari hujan, mata air atau sungai. Air danau atau rawa adalah air yang mengumpul pada cekungan permukaan tanah. Permukaan air danau biasanya berwarna hijau kebiruan, yang disebabkan oleh banyaknya lumut

yang tumbuh di permukaan maupun dasar danau (Nusantari, 2010).

b. Berdasarkan Fungsinya

1) Air Bersih

Air bersih disini didefinisikan sebagai air yang memenuhi persyaratan kesehatan, baik itu untuk minum, mandi, cuci dan lain sebagainya. Air yang bersih sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia (Sutandi, 2012). Air bersih merupakan salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan manusia dan menjadi sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat vital. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 1405 Tahun 2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri memuat pengertian tentang air bersih yaitu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak (Zulhilmi *et al.*, 2019).

2) Air Minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum berkualitas merupakan air minum yang memenuhi persyaratan biologi, fisika, dan kimia karena air minum merupakan kebutuhan dasar manusia

(Adelina, Winarsih and Setyorini, 2012). Menurut Direktur Jendral Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman (PPM PLP) Departemen Kesehatan RI, air bersih yaitu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila dimasak. Air minum adalah air yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.(Awuy, Sumampouw and Boky, 2018).

2. Parameter Kualitas Air

Kualitas air ditentukan oleh berbagai jenis parameter yang secara garis besar terbagi menjadi tiga parameter yaitu parameter fisik, kimia dan parameter mikrobiologi. Kualitas air adalah istilah yang menggambarkan kesesuaian atau kecocokan air untuk penggunaan tertentu, misalnya air minum, perikanan, pengairan/irigasi, industri, rekreasi dan sebagainya. Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut (Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan, 2015).

a. Parameter fisik

Parameter fisika merupakan parameter yang dapat diamati akibat perubahan fisika air seperti cahaya, suhu, kecerahan, kekeruhan, warna, padatan tersuspensi dan padatan terlarut hingga salinitas air. Air yang memenuhi persyaratan fisik adalah air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak keruh dan suhu sebaiknya dibawah suhu udara, bau dalam air dihasilkan oleh adanya

organisme dalam air seperti alga serta mengindikasikan adanya gas seperti H_2S yang terbentuk dalam kondisi anaerobik, dan oleh adanya senyawa-senyawa organik tertentu. Warna dalam air juga dapat ditimbulkan oleh kehadiran organisme, bahan-bahan tersuspensi yang berwarna dan oleh ekstrak senyawasenyawa organik serta tumbuh-tumbuhan. Air pada normalnya tidak berasa yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Rasa logam/amis, rasa pahit, asin, dan sebagainya. Efeknya tergantung pula pada penyebab timbulnya rasa tersebut (Gafur, Kartini and Rahman, 2016).

Warna pada air disebabkan oleh adanya partikel hasil pembusukan bahan organik, ion-ion metalalam (besi dan mangan), plankton, humus, buangan industri, dan tanaman air. Adanya oksida besi menyebabkan air berwarna kemerahan, sedangkan oksida mangan menyebabkan air berwarna kecoklatan atau kehitaman. Kalsium karbonat yang berasal dari daerah berkapur menimbulkan warna kehijauan pada perairan. Bahan-bahan organik, misalnya tanin, lignin, dan asam humus yang berasal dari dekomposisi tumbuhan yang telah mati menimbulkan warna kecoklatan (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013).

Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Selain itu, peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan

selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat. Namun peningkatan suhu ini disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen seringkali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi (Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan, 2015). Standar baku mutu suhu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 adalah pada suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Total Dissolved Solid (TDS) atau padatan terlarut adalah padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi. Bahan-bahan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan (Kustiyarningsih and Irawanto, 2020).

Kekeruhan juga merupakan salah satu parameter fisik pengukuran kualitas air. Standar kekeruhan yang ditetapkan untuk air minum tidak boleh melebihi 5 *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) sementara standar yang ditetapkan untuk air bersih adalah tidak boleh lebih dari 25 NTU. Standar tersebut harus diperhatikan sehingga jika sumber air yang ada melebihi batas tersebut maka perlu ada penurunan

kekeruhan terlebih dahulu. Penurunan kekeruhan ini sangat diperlukan karena selain ditinjau dari segi estetika yang kurang baik juga memberikan dampak yang tidak baik terhadap kesehatan. Proses desinfeksi untuk air keruh sulit dilakukan pada air dengan kekeruhan yang tinggi. Kesulitan pada desinfeksi disebabkan karena penyerapan beberapa koloid dapat melindungi organisme dari desinfektan (Akip, 2016)..

b. Parameter Kimia

Parameter kimia adalah parameter yang sangat penting untuk menentukan air tersebut dikatakan baik atau tidak. Parameter kimia meliputi *Dissolved Oxygen* (DO), pH, amoniak, nitrat, nitrit, kesadahan, sulfat maupun logam (Rosita, 2014). Parameter Kimia air merupakan senyawa kimia baik organik seperti DO, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Amonia (NH_3) maupun anorganik seperti logam berat yang berada di perairan. Bahan pencemar kimia organik berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme (Paramata, Fajri and Juliani, 2018).

Parameter kimia tersebut umumnya berupa derajat keasaman, besi, Fluorida, Kesadahaan (CaCO_3), Nitrat, Nitrit, Sianida, deterjen, pestisida total serta beberapa parameter tambahan seperti Seng, Arsen, Kadmium dan lain-lain..Umumnya unsur anorganik merupakan unsur kimia yang dapat larut kecuali unsur belerang. derajat keasaman

sering dikenal dengan istilah pH yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (Hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Ion hidrogen bersifat asam. Keberadaan ion hidrogen menggambarkan nilai pH (derajat keasaman) pada suhu tertentu atau dapat ditulis dengan persamaan $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013).

Parameter kimia yang digunakan untuk mengukur tingkat pencemaran air dapat dilihat dari kadar BOD dan COD. BOD adalah bentuk kriteria pengujian yang paling sering digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air. BOD memberikan informasi mengenai bagian-bagian yang siap terurai dari bahan organik yang terkandung didalam air. Kadar BOD di suatu perairan dapat diidentifikasi sebagai parameter pencemaran air, dimana semakin tinggi BOD maka air semakin tinggi pencemaran (Sara, Astono and Hendrawan, 2018). Selain BOD dan COD parameter air yang juga sering digunakan adalah kandungan mineral didalamnya seperti Magnesium, Kalsium, Fe dan beberapa parameter kimia lainnya.

1) Kalsium

Kalsium merupakan zat kimia dengan simbol Ca dan nomor atom 20. Kalsium memiliki massa atom yaitu 40,078, berwarna abu-abu muda alkalin dan merupakan elemen kelima terbesar yang membentuk perut bumi. Kalsium juga menjadi ion kelima terbanyak yang terlarut pada air laut dengan molaritas dan massa

setelah sodium, klorida, magnesium dan sulfat. Kalsium merupakan kebutuhan esensial bagi organisme hidup terutama pada fisiologi sel yaitu pada pergerakan ion Ca^{2+} kalsium masuk dan keluar sitoplasma berfungsi sebagai sebuah signal untuk banyak proses seluler. Selain itu, kalsium juga digunakan sebagai material utama pada tulang dan kerang (Sumampouw, 2010).

Pentingnya parameter Kalsium (Ca) untuk diperiksa karena adanya ion Kalsium (Ca) di dalam air akan mengakibatkan sifat kesadahan dan efek ekonomis maupun terhadap kesehatan yang ditimbulkan oleh kesadahan yakni berupa timbulnya lapisan kerak pada ketel-ketel pemanasan air, pada perpipaan dan juga penurunannya efektifitas dari kerja sabun. Selain itu adanya Kalsium (Ca) di dalam air dalam darah malah bisa berbahaya bagi kesehatan. Kelebihan kalsium akan diserap oleh kuku, kulit, dan jaringan tubuh lain meskipun organ tersebut tidak memerlukannya. Situasi ini pada ujungnya bisa menimbulkan masalah. Penuaan dini, kelelahan, depresi, dan beberapa kondisi lain dapat dikaitkan dengan tingkat kelebihan kalsium dalam tubuh (Getas, Pauzi and Danuyanti, 2015).

Kalsium dapat ditemukan di alam dalam bentuk senyawa-senyawa seperti kalsium karbonat (CaCO_3) dalam batu kalsit pualam dan batu kapur, kalsium sulfat (CaSO_4) dalam batu pualam putih atau gypsum, kalsium fluorida (CaF_2) dalam fluorit,

serta kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dalam batuan fosfat dan silikat. Kalsium bereaksi lambat dengan oksigen diudara pada temperatur kamar tetapi terbakar hebat pada pemanasan. Kalsium terbakar hanya menghasilkan oksidanya. Kalsium mempunyai peranan penting didalam tubuh, yaitu dalam pembentukan tulang dan gigi, pengaturan fungsi sel pada cairan ekstraseluler dan intraseluler, seperti untuk transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalam darah dan menjaga permeabilitas membran sel. Selain itu, kalsium juga mengatur pekerjaan hormon – hormon dan faktor pertumbuhan (Shevla, 1985).

Analisa kadar kalsium dapat ditentukan dengan metode titrasi kompleksometri. Titrasi kompleksometri adalah titrasi berdasarkan pembentukan senyawa kompleks antar kation dengan zat pembentuk kompleks. Sebagai zat pembentuk kompleks yang banyak digunakan dalam titrasi kompleksometri adalah garam dinatrium etilen diamina tetra asetat ($\text{Na}_2\text{-EDTA}$) (Prinsip dari metode ini adalah bila EDTA ditambahkan kedalam sampel yang mengandung Ca, kemudian EDTA akan membentuk kompleks 1:1 yang stabil dengan Ca yang ada. Penetapan Ca dengan EDTA dapat dilakukan pada pH rendah (Gandjar, 2007).

Pendeteksian titik akhir titrasi digunakan indikator zat warna. Indikator zat warna yang ditambahkan pada larutan logam pada saat awal sebelum titrasi akan membentuk kompleks

berwarna dengan sejumlah jenis logam. Pada saat akhir titrasi (kelebihan sedikit EDTA) maka kompleks indikator-logam akan pecah menghasilkan warna yang berbeda. Indikator yang digunakan adalah murexid yang pada titik akhir akan berubah warna dari merah mudah menjadi ungu (Gandjar, 2007).

2) Magnesium

Magnesium merupakan unsur kedelapan paling berlimpah dan memenuhi 2% dari kandungan kerak bumi dilihat dari segi berat dan merupakan unsur ketiga terbanyak yang terlarut dalam air laut. Kelimpahan unsur magnesium bergantung pada sensitifitas dari model geokimia yang digunakan, terutama berat relativitas. Magnesium (Mg) adalah logam alkali tanah yang cukup berlimpah pada perairan alami. Bersama dengan kalsium, magnesium merupakan penyusun utama kesadahan. Garam-garam magnesium bersifat mudah larut dan cenderung bertahan sebagai larutan, meskipun garamgaram kalsium telah mengalami presipitasi. Sumber utama magnesium di perairan adalah ferro magnesium dan magnesium karbonat yang terdapat dalam batuan. (Effendi, 2003).

3) Besi

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempattempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air yang pada umumnya besi yang ada

di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri), tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $<1 \mu\text{m}$) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya, besi tergabung dengan zat organis atau zat padat yang inorganic (seperti tanah liat). Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/l, tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe yang tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Besi (Fe) berada dalam tanah dan batuan sebagai ferioksida (Fe_2O_3) dan ferihidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$). Air tanah mengandung besi terlarut berbentuk ferro (Fe^{2+}). Jika air tanah dipompakan keluar dan kontak dengan udara (oksigen) maka besi (Fe^{2+}) akan teroksidasi menjadi ferihidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) (Febrina and Ayuna, 2014).

Besi (Fe) dibutuhkan tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Banyaknya besi dalam tubuh dikendalikan oleh fase adsorpsi. Tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan besi (Fe), karenanya mereka yang sering mendapat transfusi darah, warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Sekalipun Fe diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis yang besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan

kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk. Debu Fe juga dapat diakumulasi dalam alveoli dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru (Slamet, 2004).

c. Parameter Biologis

Parameter biologis adalah parameter yang paling umum dijadikan parameter karena pencemarannya yang paling sering ditemukan di dalam air. Parameter biologis air ditinjau dari total bakteri golongan *Colyform* dan *E.coli*. Bakteri golongan *Coli* adalah semua jenis bakteri yang memiliki bentuk batang, memiliki sifat *aerob* maupun *fakulatif anaerob*, tidak dapat membentuk spora, memiliki sifat *gram negatif*, serta dapat meragikan *laktosa* dan membentuk gas pada suhu 35°C dengan waktu 24 jam (Sutiknowati, 2016).

Nilai Ambang Batas (NAB) *Coliform* di dalam minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.492 Tahun 2010 berdasarkan kualitas mikrobiologisnya yaitu Total Bakteri *Escherechia Coli* maksimal 0 koloni/g (per 100 ml sampel air), dan total bakteri *Coliform* 0 koloni/g (per 100 ml sampel air) (Afrianti Rahayu and Muhammad Hidayat Gumilar, 2017). *Escherichia coli* umumnya memiliki sifat *non pathogen*, tidak berbahaya dan hidup sebagai flora normal dalam pencernaan manusia. *E. coli* pada awalnya bersifat non parasit memperoleh tambahan gen virulensi dari

mikroorganisme lain melalui suatu mekanisme perpindahan gen (transformasi), perpindahan *plasmid* (konjugasi) atau perpindahan gen melalui *bakteriofage* (transduksi) yang mengubah bakteri non patogen ini menjadi bakteri patogen. Penyakit yang diakibatkan *E. coli* patogen berbeda tergantung virulensi dan mekanisme patogenesisnya. (Winiati P Rahayu; Siti Nurjannah; Ema Komalasari, 2018).

B. Tinjauan Umum Tentang Kesadahan Air

Air dalam perjalanan daur hidrogolinya selalu menyerap zat-zat sehingga sangat sulit ditemukan air dalam keadaan murni. Bahan-bahan mineral yang dapat terkandung dalam air karena kontakannya dengan batuan terutama terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3), magnesium karbonat (MgCO_3), kalsium sulfat (CaSO_4), magnesium sulfat (MgSO_4), dan sebagainya. Hal itu menyebabkan air mengandung mineral kalsium dan magnesium yang dikenal sebagai air sadah (Tuhouloula, 2006). Kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation-kation yang bervalensi dua seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg), tetapi penyebab utama dari kesadahan adalah Ca dan Mg (Latupeirissa and Manuhutu, 2020). *International Standart of Drinking Water* tahun 1971 dari WHO mendefinisikan kesadahan air dinyatakan dalam satuan *Milli Equivalent* per liter (mEq/l), selain itu, 1 mEq/l dari ion penghasil Kesadahan pada air sebanding dengan 50 mg CaCO_3 (50 ppm) di dalam 1 liter air (Sumantri, 2010).

Kesadahan air merupakan parameter kualitas air yang dilihat dari kandungan Ca^{2+} dan Mg^{2+} (Qonita *et al.*, 2019). Kandungan mineral ini apabila bereaksi dengan sabun akan membentuk endapan dan apabila bereaksi dengan ion-ion dalam air di boiler akan dapat membentuk *Scale* (kerak). Sifat kesadahan seringkali ditemukan pada air yang menjadi sumber baku air bersih yang berasal dari air tanah atau daerah yang tanahnya mengandung deposit garam mineral dan kapur. Air semacam ini memerlukan penanganan khusus sehingga biaya purifikasi tentunya menjadi tinggi. Kesadahan pada air dapat berlangsung sementara (*temporary*) maupun menetap (*permanent*). Kesadahan yang bersifat sementara disebabkan oleh adanya persenyawaan dari kalsium dan magnesium dengan bikarbonat, sedangkan yang bersifat permanen terjadi bila terdapat persenyawaan dari Kalsium dan Magnesium dengan Sulfat, Nitrat dan Klorida (Chandra, 2006).

Kesadahan ada dua macam yaitu kesadahan sementara dan kesadahan non karbonat permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan Kalsium dan Magnesium Bikarbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air. Kesadahan nonkarbonat (permanen) disebabkan oleh Sulfat dan Karbonat, Klorida dan Nitrat dari Magnesium dan Kalsium, Besi dan Aluminium. Konsentrasi Kalsium dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air. Dalam jumlah yang lebih kecil Magnesium dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, akan tetapi

dalam jumlah yang lebih besar 150 mg/l dapat menyebabkan rasa mual (Latupeirissa and Manuhutu, 2020).

Menurut (Sumantri, 2010) beberapa batasan Kesadahan pada air adalah sebagai berikut :

- a) Lunak : <1 mEq/l (50 ppm)
- b) Agak keras : 1-3 mEq/l (50-150 ppm)
- c) Keras : 3-6 mEq/l (150-300 ppm)
- d) Sangat keras : >6 mEq/l (>300 ppm)

Air untuk keperluan minum dan masak hanya diperbolehkan dengan batasan Kesadahan antara 1-3 ml Eq/l (50- 150 ppm). Konsumsi air yang batas Kesadahannya lebih dari 3 ml Eq/l (150 ppm) akan menimbulkan kerugian-kerugian seperti pemakaian sabun yang meningkat karena sabun sulit larut dan sulit berbusa. Air sadah bila didihkan akan membentuk endapan dan kerak pada alat yang digunakan untuk memanahkan. Penggunaan bahan bakar menjadi meningkat, tidak efisien, dan dapat meledakkan *boiler* selain itu air sadah dalam industri juga merugikan karena biaya produksi yang tinggi (Sudarmadji et al, 2014).

Cara-cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kesadahan dalam air diantaranya adalah memasak air yang akan mengeluarkan CO₂ dan Mengendapkan CaCO₃ yang tidak terlarut. Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan Kapur atau Natrium Bikarbonat, penggunaan Natrium Bikarbonat ini efektif baik untuk kesadahan sementara maupun kesadahan total. Mengurangi kesadahan air juga dapat dilakukan dengan

metode penyaringan, adsorbs dan juga penambahan karbon aktif (Chandra, 2009).

C. Tinjauan Umum Tentang Bentuk-Bentuk Pengolahan Air

Penurunan kualitas dan kuantitas dari air bersih bisa terjadi karena timbulnya pencemaran. Pencemaran yang terjadi pada sumber air seperti sumur gali dapat diatasi dengan berbagai cara, bebera diantaranya seperti koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, filtrasi, desinfeksi dan lain – lain (Bhaskoro and Ramadhan, 2018).

1. Koagulasi- Flokulasi

Koagulasi adalah metode untuk menghilangkan bahan-bahan limbah dalam bentuk koloid, dengan menambahkan koagulan yang biasanya dilakukan pada iar yang tergolong dalam air keruh (Karamah and Lubis, 2010). Koagulasi menggabungkan partikel kecil ke agregat yang lebih besar atau gumpalan dan fungsi untuk menyerap materi organik terlarut menjadi partikulat agregat sehingga kotoran ini dapat dihilangkan dalam proses pemisahan padat/cair berikutnya (Hendrawati, Sumarni and Nurhasni, 2015).

Koagulan adalah suatu jenis zat yang ditambahkan pada proses koagulasi agar koagulan tersebut dapat bereaksi dengan suspensi dalam air agar mudah membentuk flok. Koagulan adalah suatu jenis zat kimia zat yang dapat menimbulkan destabilisasi muatan negatif partikel di pada *suspended* didalam air. Koagulan akan memberikan donor muatan positif yang akan digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif pada partikel.

Pengolahan air sering menggunakan garam aluminium, Al (III) atau garam besi (II) dan besi (III) (Mayasari and Hastarina, 2018). Fungsi dari koagulan ini adalah untuk mengikat partikel - partikel kecil yang terkandung dalam air baku untuk dijadikan flok - flok atau gumpalan dalam dimensi yang lebih besar agar lebih mudah mengendap pada proses flokulasi (Hendrawati, Sumarni and Nurhasni, 2015)

Koagulan yang sering digunakan adalah aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), dengan penambahan koagulan aluminium sulfat akan menghasilkan reaksi kimia dimana muatan-muatan negatif yang saling tolak menolak disekitar partikel terlarut berukuran koloid akan ternetralisasi oleh ion-ion positif dari koagulan. Partikel-partikel koloid tersebut akan saling menarik dan menggumpal membentuk flok, flok yang terbentuk nantinya akan membuat kotoran tersebut mengendap sehingga mudah di pisahkan dan menghilangkan kekeruhan pada air (Ramadhan, 2017).

Aspek-aspek yang mempengaruhi koagulasi terdiri dari beberapa faktor seperti faktor pH, suhu, kandungan ion. Proses koagulasi akan optimal jika air berada pada daerah pH yang optimum dimana tiap jenis koagulan mempunyai pH optimum yang berbeda satu sama lainnya. Faktor yang lain yang mempengaruhi adalah tingkat kekeruhan dari air itu sendiri, destibilisasi akan sukar terjadi jika tingkat kekeruhannya rendah. Tingkat kekeruhan air yang tinggi mengakibatkan proses destibilisasi akan berlangsung dengan cepat. Kekurangannya adalah apabila pada kondisi

tersebut tidak digunakan dosis koagulan tidak sesuai, baik itu kurang maupun dosis berlebih maka pembentukan flok akan kurang efektif (Mayasari and Hastarina, 2018).

Flokulasi merupakan proses pembentukan flok, yang pada dasarnya merupakan pengelompokan atau aglomerasi antara partikel dengan koagulan dengan pengadukan yang lambat (Suherman and Sumawijaya, 2013). Flokulasi terjadi setelah koagulasi dan berupa pengadukan pelan pada air limbah. Dengan mengendapnya koloid, diharapkan laju fouling yang terjadi pada membran akan berkurang, sehingga penggunaan mikrofiltrasi dalam proses pengolahan air bersih menjadi layak untuk dilakukan (Karamah and Lubis, 2010).

Dalam proses pengolahan air, terdapat dua tahap pengadukan yang umum digunakan dalam menciptakan kondisi turbulen. Unit pengaduk cepat atau koagulasi merupakan tahap pertama yang diperlukan secara *esensial* untuk (i) mendispersikan koagulan yang dibubuhkan pada unit ini secara merata, dan (ii) memicu tumbukan antara koagulan dengan partikel penyebab kekeruhan. Tahap kedua adalah pembentukan flok atau flokulasi yang terjadi di unit pengaduk lambat segera setelah proses pengadukan cepat terlaksana. Pengadukan lambat ini akan meningkatkan kesempatan dan jumlah tumbukan antar partikel. Derajat pengadukan harus cukup besar sehingga flok tetap tersuspensi dan bergerak, namun daya ini juga tidak terlalu besar yang dapat menyebabkan pecahnya flok yang telah terbentuk (Winarni, Iswanto and Karina, 2011).

2. Sedimentasi

Proses pengendapan atau yang biasa disebut proses sedimentasi dalam pengolahan air merupakan serangkaian proses pengolahan air dengan memanfaatkan gaya tarik gravitasi bumi. Dengan demikian partikel-partikel yang memiliki massa jenis lebih tinggi dari air akan mengendap di dasar air. Unit sedimentasi membutuhkan kondisi aliran yang tenang untuk memaksimalkan proses pengendapan (Febiary, W and Yuniarno, 2016).

Suatu partikel padatan berada pada jarak yang cukup jauh dari dinding atau partikel padatan lainnya kecepatan jatuhnya tidak dipengaruhi oleh gesekan dinding maupun dengan partikel lainnya, peristiwa ini disebut *Free Settling*. Ketika partikel padatan berada pada keadaan saling berdesakan maka partikel akan mengendap pada kecepatan rendah, peristiwa ini disebut *Hindered Settling*. Guna menghasilkan proses sedimentasi yang optimum dalam proses pengendapan kita perlu menentukan waktu pengendapan yang efektif. Proses sedimentasi banyak terjadi pada proses penjernihan air, pengolahan limbah, maupun erosi (Geankoplis, 2013).

Pada umumnya proses sedimentasi dilakukan setelah proses koagulasi dan flokulasi, tujuannya adalah untuk memperbesar partikel padatan sehingga menjadi lebih berat dan dapat tenggelam dalam waktu lebih singkat. Ukuran dan bentuk partikel akan mempengaruhi rasio permukaan terhadap volume partikel, sedangkan konsentrasi partikel

mempengaruhi pemilihan tipe bak sedimentasi, serta temperatur mempengaruhi viskositas dan berat jenis cairan. Semua faktor ini mempengaruhi kecepatan pengendapan partikel pada bak sedimentasi. Karena itu membutuhkan kecepatan turunnya partikel guna mengetahui proses sedimentasi yang efektif dan efisien (DL, Setiyadi and Sandy BH, 2014)

3. Filtrasi

Filtrasi adalah proses pengolahan air yang dilakukan dengan proses air dialirkan ke suatu media air ke media berpori untuk menghilangkan partikel padat yang ada pada air tersebut (Natsir, Selomo and Asfar, 2019). Proses ini digunakan pada instalasi pengolahan air minum untuk menyaring air yang telah dikoagulasi dan diendapkan untuk menghasilkan air minum dengan kualitas yang baik (M, Gusniani and Sandyanto, 2010). Filtrasi adalah suatu operasi pemisahan campuran antara padatan dan cairan dengan melewati umpan (padatan + cairan) melalui medium penyaring. Proses filtrasi banyak dilakukan di industri, misalnya pada pemurnian air minum, pemisahan kristal-kristal garam dari cairan induknya, pabrik-kertas dan lain-lain. Untuk semua proses filtrasi, umpan mengalir disebabkan adanya tenaga dorong berupa beda tekanan, sebagai contoh adalah akibat gravitasi atau tenaga putar (Arifin, 2008).

Penyaringan (filterisasi) air dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu secara mekanis, biologis dan kimiawi dimana penyaringan secara mekanis dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan seperti kerikil,

pasir, arang dan lain-lain. Penyaringan secara biologis (biofilter) menggunakan organisme hidup. Sedangkan penyaringan secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia. Filter pasir cepat atau *Rapid sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi cepat, berkisar 4 hingga 21 m/jam (Syahrir, Sugianto and Irwan, 2018)

Filtrasi cepat selalu didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Jika kekeruhan pada influen filter pasir cepat berkisar 5-10 NTU maka efisiensi penurunan kekekuhannya dapat mencapai 90-98%. Filter pasir lambat (*slow sand filter*) adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi lambat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Kecepatan yang lebih lambat ini disebabkan ukuran media pasir lebih kecil (*effective size* = 0,15 – 0,35 mm). Filter pasir lambat adalah saringan yang menggunakan pasir sebagai media filter dengan ukuran butiran sangat kecil, namun mempunyai kandungan kuarsa yang tinggi (Syahrir, Sugianto and Irwan, 2018).

Media filter biasanya terdiri dari pasir atau kombinasi dari pasir, kerikil, batu, kertas atau kain, ijuk dan arang aktif. Setiap media filter yang digunakan memiliki fungsi yang sama, yaitu sebagai penyaringan padatan pencemar yang terdapat pada air tanah. Media filter yang tepat bahkan mampu menghilangkan zat-zat kimia maupun organik yang ada di dalam air, seperti kekeruhan, berwarna, berminyak, berkarat dan berlumpur (Sulastri and Nurhayati, 2014).

Mendapatkan air yang jernih dengan hasil yang maksimal pada pengolahan air bersih perlu didukung oleh media filter air yang tepat. Hal ini dilakukan karena media filter yang akan menentukan kualitas air yang ingin diperoleh. Selain itu juga perlu diperhatikan jenis media filter arang aktif yang digunakan, karena jika permasalahan air berbeda maka jenis arang aktif yang digunakan juga berbeda (Pratiwi, Husaini and Suhartono, 2017).

4. Desinfeksi

Desinfeksi merupakan tindakan membunuh atau menonaktifkan mikroorganisme selain bakteri berspora. Desinfeksi umumnya dilakukan dengan cara fisik dan adapula dengan cara kimia yang dilakukan terhadap medium yang bukan merupakan makhluk hidup. Pemilihan metode desinfeksi yang akan digunakan bergantung pada faktor-faktor seperti efikasi proses terhadap penghilangan patogen, tingkat akurasi monitoring dan kontrol proses, kemudahan penanganan residu proses, estetika hasil proses, dan ketersediaan dan *adoptivitas* teknologi (Kurniati, Anugroho and Sulianto, 2020).

Desinfeksi air digunakan untuk membunuh mikroorganismes parasit. Mikroorganisme parasit yang paling umum ditemukan di air adalah bakteri *Escherechia Coli* (E.Coli). desinfektan yang paling sering digunakan untuk membunuh mikroorgaisme tersebut menggunakan desinfektan Klorin dan Kloramin (klorinasi), Ozon (ozonasi), Iodin, Bromin, *Ferrate*, Hidrogen peroksida, radiasi pengion, Kalium

Permanganat, *Silver*, dan sinar ultraviolet (Rachmawati, 2011). Metode desinfeksi secara umum ada 2 yaitu cara fisik dan cara kimia. Desinfeksi secara fisik adalah perlakuan fisik terhadap mikroorganisme yaitu panas dan cahaya yang mengakibatkan matinya mikroorganisme akibat perlakuan fisik tersebut. Air panas hingga titik didihnya akan merusak sebagian besar bakteri. Sinar matahari mempunyai sinar ultra violet yang cukup berperan dalam mematikan mikroorganisme. Desinfeksi secara fisika dapat dilakukan dengan pemanasan atau perebusan air sampai mendidih atau sinar ultraviolet (Winarti, 2020).

Desinfektan pada umumnya dapat diperoleh dari bahan kimia, bahan fisika, mekanik dan radiasi. Bahan kimia yang biasa digunakan untuk proses desinfeksi adalah klorin dimana unsur ion-ionnya terdapat dalam bentuk senyawa kaporit. Desinfektan dari bahan fisika dapat berasal dari cahaya matahari. Radiasi ultraviolet sangat berguna dalam sterilisasi kualitas kecil pada air karena dapat membunuh molekul dari organik dan juga organisme. Desinfeksi secara mekanik mengutamakan kebersihan pada air kolam renang. Sedangkan desinfeksi yang lain adalah yang dilakukan dengan proses radiasi menggunakan sinar gamma pada cara sterilisasi (Herawati and Yuntarso, 2017).

Desinfektan adalah bahan kimia yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat pada benda mati. Disinfektan juga mengandung konsentrasi biosida yang tinggi. Maka dari itu, disinfektan lebih efektif dalam mencegah timbulnya bakteri dan mikroorganisme pada

permukaan benda mati apa pun, yang menjadi perantara paparan infeksi virus atau bakteri berbahaya bila dihirup atau disentuh manusia (Musafira *et al.*, 2020)

D. Tinjauan Umum tentang Karbon Aktif

1. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bentuk arang atau karbon yang mempunyai daya absorpsi sangat baik terhadap limbah, khususnya limbah cair. Hal itu disebabkan karena pada suatu karbon atau arang terdapat pori-pori atau rongga yang terdapat pada struktur molekulnya. Karbon aktif dipilih dalam pengolahan air dan limbah karena memiliki sejumlah sifat kimia maupun fisika yang menarik, di antaranya mampu menyerap zat organik maupun anorganik, dapat berlaku sebagai penukar kation, dan sebagai katalis untuk berbagai reaksi (Hartuno, Udiantoro and Agustina, 2014).

Karbon aktif merupakan karbon yang berbentuk amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (*Internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang baik. Mutu karbon aktif dikatakan baik apabila kadar unsur karbon sangat tinggi, sedangkan kadar abu dan air di dalamnya sangat kecil. Proses aktivasi pada karbon berguna untuk meningkatkan daya serap karbon tersebut (Lempang, Syafii and Pari, 2012).

Karbon aktif dikategorikan dalam karbon nongrafit karena memiliki kerapatan rendah dan struktur berpori. Karbon aktif dapat diproduksi dari bahan yang mengandung karbon salah satunya dari limbah pertanian seperti cangkang kelapa sawit, kulit buah, tempurung, akar, batang, kulit kayu, bunga, daun, kulit buah. Beberapa kriteria pemilihan bahan baku untuk membuat karbon aktif yaitu kandungan karbon tinggi, kandungan zat anorganik rendah agar hasil abu rendah, berlimpah sehingga biayanya rendah, tingkat degradasi rendah pada penyimpanan, dan kemungkinan menghasilkan karbon aktif dengan hasil persen tinggi (Yahya *et al.*, 2018).

Karbon aktif terdiri dari 87 - 97 % karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan. Volume pori-pori karbon aktif biasanya lebih besar dari 0,2 cm³/gram dan bahkan terkadang melebihi 1 cm³/gram. Luas permukaan internal karbon aktif yang telah diteliti umumnya lebih besar dari 500 m²/gram dan bisa mencapai 1908 m²/gram. Untuk membuat arang, dapat dilakukan dengan membakar bahan arang pada tempat yang tertutup rapat, sehingga hanya terjadi proses karbonisasi (Sembiring, Sinaga and Sarma, 2009).

2. Proses Pembuatan Karbon Aktif

Proses pembuatan karbon dapat dilakukan juga melalui metode pemanasan secara tidak langsung. Karbonisasi umumnya mempunyai arti

pembuatan arang. Karbonisasi atau pengarangan dapat juga diartikan sebagai proses pemanasan bahan-bahan organik pada suhu tertentu dengan batuan oksigen dengan jumlah yang sangat terbatas, biasanya dilakukan didalam furnace. Proses ini menyebabkan senyawa-senyawa organik yang terdapat di dalam bahan baku terurai dan membentuk hidrokarbon, uap, methanol, asam asetat, dan tar. Produk akhir karbonisasi yang tertinggal adalah dalam fase padatan yang biasa disebut karbon dalam bentuk arang berpori tetapi pori-pori tersebut masih kecil (Winarni, Iswanto and Karina, 2011).

Proses karbonasi pada umumnya dilaksanakan pada suhu 400-900°C, kemudian hasil dari proses ini didinginkan dan dicuci untuk menghilangkan dan mendapatkan kembali bahan-bahan pengaktif, setelah itu dilakukan penyaringan dan pengeringan. Pada proses suhu tinggi, diatas 170°C, akan menghasilkan CO₂, CO dan asam asetat sedangkan pada suhu 275°C terjadi proses dekomposisi menghasilkan metanol, tar dan hasil samping lainnya, sementara itu pembentukan karbon terjadi pada suhu 400-600°C. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi, yaitu suhu dan waktu karbonisasi, semakin tinggi suhu, maka arang hasil karbonisasi akan semakin sempurna tetapi jumlah arang yang didapatkan semakin sedikit sedangkan hasil cairan dan gas semakin banyak. Semakin lama waktu karbonisasi maka semakin lama reaksi sehingga reaksi lebih sempurna yang akan menyebabkan hasil arang semakin turun tetapi cairan dan gas makin meningkat (Turmuzi and Syaputra, 2015).

Arang yang telah dihasilkan pada proses karbonisasi dijadikan karbon aktif setelah melalui proses aktivasi baik secara fisis maupun kimia yang mengakibatkan struktur pori-porinya menjadi semakin besar. Pada proses aktivasi ini terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Aktivasi ini terjadi karena terbentuknya gugus aktif akibat adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen. Pada proses aktivasi juga terbentuk pori-pori baru karena adanya pengikisan atom karbon melalui oksidasi ataupun pemanasan (Gebrekidan *et al.*, 2015).

Proses aktivasi karbon aktif dapat dilakukan secara kimia maupun fisika. Proses aktivasi kimia merupakan proses pengaktifan arang dengan menambahkan zat kimia tertentu agar mengurangi kandungan air yang masih tertinggal pada permukaan arang sehingga pori-porinya lebih terbuka dan dapat meningkatkan daya serapnya. Perendaman sampel arang dengan larutan asam-asam kuat dilakukan untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembetukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Verayana, Papatungan and Iyabu, 2018).

Aktivasi kimia meliputi proses tahap tunggul dengan melibatkan reagen dehidrasi seperti KOH, K₂CO₃, NaOH, ZnCl₂ dan H₃PO₄ yang berpengaruh terhadap dekomposisi pirolitik dan dapat menghambat pembentukan tar. Pada aktivasi kimia, yield karbon yang dihasilkan lebih tinggi dan penggunaan temperatur yang lebih rendah daripada aktivasi fisika. Aktivasi fisika dilakukan bahan baku atau bahan yang telah dikarbonisasi dioksidasi atmosfer (karbon monoksida, oksigen, atau steam) pada suhu di atas 250°C, biasanya dalam kisaran suhu 600-1200°C (Wuntu and Kamu, 2011).

3. Jenis karbon aktif berdasarkan bentuknya

Berdasarkan bentuknya karbon aktif dibedakan menjadi bentuk granular atau GAC (*Granular Activated Carbon*), serbuk atau PAC (*Powder Activated Carbon*), dan *Pellet*. GAC yaitu karbon aktif berbentuk tidak beraturan dengan ukuran partikel antara 0,2 sampai 5 mm yang umumnya digunakan pada kedua aplikasi yaitu fasa cair dan gas. PAC merupakan karbon aktif yang telah dihancurkan sehingga memiliki ukuran lebih kecil dari 0.18 mm (*US mess 80*) yang biasanya digunakan pada aplikasi fasa cair dan penyaringan pada gas buang. Karbon aktif berbentuk *pellet* dibuat melalui proses ekstrud dan berbentuk silinder dengan ukuran diameter dari 0.8 sampai 5 mm. Karbon aktif berbentuk *pellet* biasanya digunakan untuk aplikasi pada fasa gas karena nilai *pressure drop*-nya rendah, kekuatan mekanik yang tinggi dan rendah kandungan abu (Ibrahim, Martin and Nasruddin, 2014).

Arang aktif fasa cair dihasilkan dari material dengan berat jenis rendah, seperti arang dari serabut kelapa yang mempunyai bentuk butiran (*powder*), rapuh (mudah hancur), mempunyai kadar abu yang tinggi berupa silika dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Sedangkan arang aktif fasa gas dihasilkan dari material dengan berat jenis tinggi. Serbuk karbon aktif PAC lebih mudah digunakan dalam pengolahan air dengan sistem pembubuhan yang sederhana. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif seperti tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara (Polii, 2017).

4. Bahan baku karbon Aktif

a. Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa selain dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung maupun dalam bentuk arang, dapat juga ditingkatkan kegunaannya di dalam industri yaitu sebagai bahan adsorpsi setelah diubah menjadi arang aktif atau karbon aktif. Tempurung kelapa merupakan bahan terbaik yang dapat dibuat menjadi karbon aktif karena karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, kelarutan dalam air yang tinggi dan reaktivitas yang tinggi (Pambayun *et al.*, 2013).

Tempurung kelapa mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Semakin banyak kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin, maka semakin baik karbon aktif yang akan dihasilkan. Selain itu tempurung kelapa juga murah, tahan lama, serta mudah ditemukan (Wicheisa, Hanani and Astorina, 2018).

b. Limbah Kayu

Kayu merupakan suatu bahan mentah yang didapatkan dari pengolahan pohon yang telah ditebang. Kayu dapat menjadi bahan utama pembuatan mebel, bahkan dapat menjadi bahan utama dalam konstruksi suatu bangunan. Kayu merupakan bahan yang serba guna dapat digunakan hampir disegala bidang konstruksi (JF Dumanauw, 2001).

Kayu adalah bahan dasar arang aktif yang paling sering digunakan di Indonesia baik itu dalam bentuk kayu maupun dalam bentuk serbuk. *LiBiomassa berlignoselulosa* merupakan bahan baku berbagai produk yang menjanjikan untuk dikembangkan, seperti limbah yang didapatkan dari sisa penggergajian kayu, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif yang berfungsi sebagai katalis. Hampir semua jenis kayu dapat dijadikan sebagai bahan baku arang aktif seperti kayu jati, kayu pohon kelapa, kayu pohon siwalan dan berbagai jenis kayu lainnya (Agus Susanto, 2021).

c. Tongkol Jagung

Tongkol jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung). Tongkol terbungkus oleh kelobot (kulit buah jagung). Secara morfologi, tongkol jagung adalah tangkai utama malai yang termodifikasi, Malai organ jantan pada jagung dapat memunculkan bulir pada kondisi tertentu. Tongkol jagung muda, disebut juga babycorn, dapat dimakan dan dijadikan sayuran. Tongkol yang tua ringan namun kuat, dan menjadi sumber furfural, sejenis monosakarida dengan lima atom karbon. Tongkol jagung tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulosa dan selulosa. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi (Suprpto and Rasyid, 2002).

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah pertanian yang sangat potensial dimanfaatkan untuk dijadikan arang aktif, karena limbah tersebut sangat banyak dan terbuang percuma. Limbah ini dapat ditingkatkan nilai ekonominya bila diolah, juga dapat mengurangi potensi pencemaran lingkungan (Alfiany, Bahri and Nurakhirawati, 2013). Komposisi selulosa dan hemiselulosa yang cukup besar pada tongkol jagung sangat potensial untuk dimanfaatkan menjadi karbon aktif (Munfiah and Ariabawani, 2015).

d. Tempurung Siwalan

Siwalan atau lontar merupakan tumbuhan yang biasa dikenal dengan nama ilmiah *Borassus flabellifer Linn*, tumbuhan ini termasuk kedalam tumbuhan *Gymnospermae*, yang berbiji tunggal atau yang biasa disebut *monocotiledonea*. Siwalan berasal yang berasal dari ordo *Arecales*, keluarga *Palmae (Arecaceae)*, dan genus *Borassus*. Buah dari siwalan memiliki bentuk bulat dengan diameter antara 7-20 cm serta buahnya dilapisi kulit berwarna hitam kecoklatan, umumnya satu buah siwalan berisi 3-7 butir daging buah yang memiliki warna kecoklatan. Buah dari tumbuhan siwalan menyerupai buah kelapa, dimana buah siwalan tertutupi oleh tempurung yang tebal dan keras yang biasa menjadi limbah di masyarakat (Apriyanti, 2018).

Tanaman siwalan tumbuh subur di berbagai daerah yang banyak mendapatkan sinar matahari. Pemanfaatan dari tumbuhan siwalan ini masih sangat terbatas. Sampai saat ini pemanfaatan tanaman siwalan hanya terbatas pada buah dan batangnya saja, sedangkan sabut dan tempurungnya sampai saat ini masih menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal (Heriono and Rusmini, 2015).

Daun dari tanaman siwalan dapat dimanfaatkan sebagai atap kandang ternak maupun sebagai bahan bakar rumah tangga dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan tangan. Batang dari siwalan umumnya dimanfaatkan sebagai kerajinan perabotan rumah tangga atau

bahan dasar pembuatan mebel. Buahnya dapat dikonsumsi yang biasanya dikemas menggunakan plastik bening yang kemudian dijual. Bunganya yang dapat disadap untuk diminum langsung sebagai legen (nira), difermentasi menjadi tuak dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku gula merah yang juga sering disebut gula siwalan (Ariono and Isdiantoni, 2019).

Berdasarkan pada keberadaan bunga, maka pohon siwalan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu jantan dan betina. Bunga pohon siwalan jantan tumbuh dari ketiak daun, umumnya tunggal dan sangat jarang ditemui bertangkai kembar. Pada bunga jantan menempel beberapa bulir atau mayang berbentuk bulat yang biasa disebut satu tandan, panjang bulir antara 30- 60 cm dengan diameter antara 2-5 cm dan dalam satu tandan terdiri dari 4-15 mayang. Pada bunga betina dalam satu tandan terdapat 4-10 mayang, bunga berukuran kecil dan berpenutup daun pelindung (*bractea*) yang akan menjadi buah. Setiap bakal buah memiliki tiga buah kotak atau bakal biji, tergantung dari proses pembuahan atau penyerbukannya, maka jumlah biji dalam satu buah siwalan dapat berisi tiga, dua atau satu bakal biji (Heriono and Rusmini, 2015).

Pada satu pohon siwalan mampu menghasilkan minimal 20 butir buah. Daging buah siwalan muda berwarna putih kaca/transparan, sedangkan daging buah yang sudah tua memiliki warna kuning. Bentuk dari biji siwalan agak pipih dan terdapat celah

pada salah satu ujungnya sebagai tempat keluarnya kecambah yang akan tumbuh pada proses perkembangan bibit dari buah siwalan ini (Apriyanti, 2018).

Semua bagian dari tanaman ini dapat dimanfaatkan namun masyarakat umumnya hanya berfokus pada daun, buah dan batangnya saja sehingga tempurung dari buah siwalan ini dibuang begitu saja dan menjadi limbah (Ainan, 2001). Karena sangat minimnya pemanfaatan dari tempurung siwalan sehingga perlu dilakukan upaya pemanfaatan tempurung siwalan menjadi produk biomaterial. Misalnya sebagai bahan baku pembuatan arang utamanya arang aktif yang bernilai jual tinggi (Nitsae *et al.*, 2021).

Limbah kulit siwalan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif karena serat sabut siwalan kering mengandung selulosa yang cukup tinggi, yaitu sekitar 89,2%. Buah siwalan yang telah tua akan ditutupi Kulit atau tempurung siwalan yang tebal dan keras dengan warna tempurung hitam kecoklatan sementara daging buahnya bertekstur kenyal dan berair (Dewati, 2010).

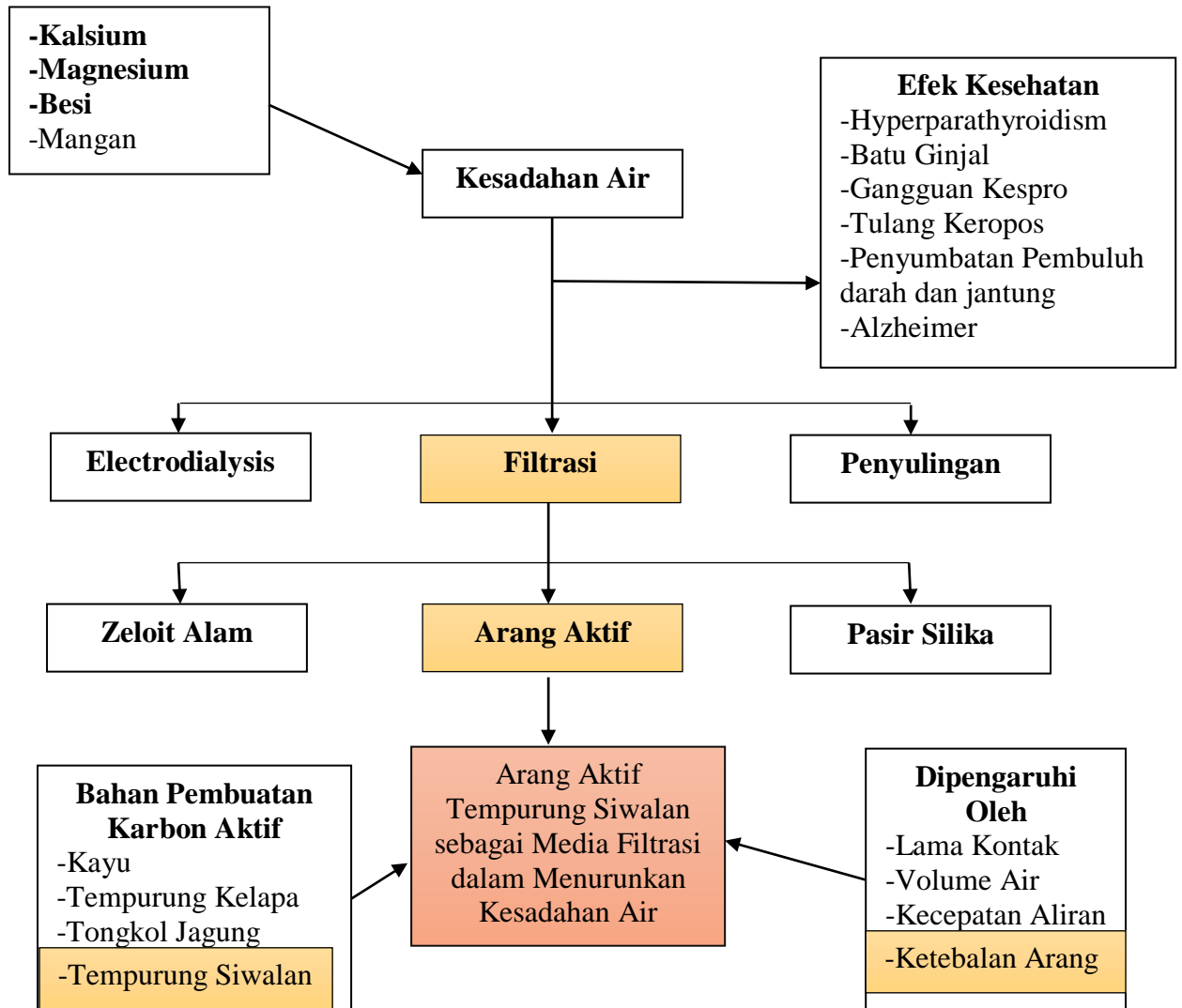
Limbah tempurung siwalan merupakan bahan sisa dari pengolahan buah siwalan yang belum dimanfaatkan secara optimal. Di masyarakat tempurung siwalan hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar atau kayu bakar. Kandungan selulosa pada tempurung siwalan menjadikannya sebagai bahan baku yang baik digunakan untuk

pembuatan karbon aktif untuk menyerap logam-logam berat dalam proses pengolahan air maupun asap gas (Lano, E.S.Ledo and Nitsae, 2020).

Pembuatan arang tempurung siwalan (*B.flabellifer L.*) menggunakan dapat dilakukan dengan metode pirolisis sederhana. Tempurung siwalan awalnya dikumpulkan, kemudian dibersihkan, dan dibelah menjadi dua bagian dan dicuci yang berfungsi untuk menghilangkan pengotor berupa getah atau minyak yang masih menempel pada permukaan tempurung. Tempurung kemudian diolah dengan cara dikeringkan selama empat hari yang selanjutnya dibakar biasanya menggunakan killin drum modifikasi. Dalam proses pengarangan tidak perlu dilakukan pengaturan suhu secara khusus akan tetapi dapat diamati dari tampak fisik yang dihasilkan sebagai perubahan bentuk dari tempurung menjadi arang atau telah menghitam (Lano, E.S.Ledo and Nitsae, 2020).

Aktivasi kimiawi biasanya digunakan untuk bahan baku mengandung lignoselulosa termasuk tempurung siwalan. Pada aktivasi ini, karbon dicampur dengan larutan kimia yang berperan sebagai *activating agent*. Salah satu jenis larutan kimia yang banyak dipakai sebagai *activating agent* dari logam alkali adalah KOH (kalium hidroksida). KOH akan bereaksi dengan karbon sehingga akan membentuk pori-pori baru serta menghasilkan karbon dioksida yang berdifusi ke permukaan karbon (Lano, E.S.Ledo and Nitsae, 2020).

E. Kerangka Teori



Gambar 2.1

Modifikasi Teori Penyebab Kesadahan Air, Latupeirissa and Manuhutu, 2020

Modifikasi Teori Penyakit akibat tingginya kesadahan Air, Kilo 2018

Modifikasi Teori Bentuk pengolahan air dan media filtrasi, Nyoman, Amri and Harun, 2018

Modifikasi Teori Bahan Pembuatan Karbon Aktif, Yahya et all 2018

Modifikasi Teori Variabel yang mempengaruhi Filtrasi, (Dewi, Kusuma and Kurniawati, 2018).

Berdasarkan pada gambar 2.1 tingkat kesadahan air dapat disebabkan oleh berbagai kandungan mineral didalamnya, diantaranya Magnesium, Kalsium, Mangan, dan Besi (Latupeirissa and Manuhutu, 2020). Kesadahan air yang melebihi batas maksimum yang ditentukan dapat menimbulkan berbagai jenis masalah kesehatan seperti *Hyperparathyroidism*, batu ginjal, gangguan kesehatan reproduksi, penyumbatan pembuluh darah dan jantung, tulang keropos serta penyakit *Alzheimer* (Kilo, 2018). Oleh karena itu diperlukan proses pengolahan air untuk menurunkan kesadahan air tersebut.

Penurunan kesadahan air dapat dilakukan dengan penyulingan, electro dialysis dan filtrasi konvensional, filtrasi konvensional dapat dilakukan dengan menggunakan media zeloit alam, pasir silika dan karbon aktif (Nyoman, Amri and Harun, 2018). Karbon aktif dapat dibuat dengan menggunakan berbagai media seperti kayu, tempurung kelapa, tongkol jagung dan tempurung siwalan (Yahya *et al.*, 2018). Filtrasi menggunakan karbon aktif dalam menurunkan kesadahan air dapat dipengaruhi oleh berbagai hal seperti waktu kontak, ketebalan arang aktif, volume air, dan kecepatan aliran (Dewi, Kusuma and Kurniawati, 2018).