

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Khairunnisa (2021) meneliti “Pengolahan Air bersih Dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Arang Aktif Kulit Durian (*Durio zibethinus Murr.*)”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pasir halus, kerikil dan arang aktif kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) yang diaktivkan menggunakan larutan HCL untuk menurunkan kesadahan, konsentrasi Mn, nilai pH, dan tingkat kekeruhan didalam air tanah. Derajat kesadahan menurun sebesar 60% pada ketebalan 7cm, 80% pada ketebalan 9cm, dan 91,06% pada ketebalan 11cm. Perbedaan antara riset sebelumnya dan riset ini terletak pada ketebalan arang aktif, diikuti oleh media filter. Riset ini menggabungkan karbon aktif dan zeolit, sedangkan riset sebelumnya hanya memanfaatkan karbon aktif. Dan parameter yang diteliti pada penelitian sekarang hanya kesadahan pada air saja.
2. Penelitian oleh Wardani (2008) tentang “Pengaruh Ketebalan Diameter Zeolit Digunakan Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis Di Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Kota Semarang”. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dampak ukuran diameter zeolit terhadap penurunan kesadahan sumur bor. Rata-rata penurunan kesadahan air sumur artesis sebesar 77,38% dengan diameter zeolit 2 mm dan tebal media 70 cm, 84,57% dengan diameter 1 mm dan tebal media 70 cm, dan 95,95% dengan diameter 0,5 mm dan ketebalan media 70 cm. Diameter zeolit sebanding dengan riset sebelumnya dan riset ini. Ketebalan zeolit dan media filter membedakan riset saat ini dengan riset sebelumnya. Riset sebelumnya hanya memanfaatkan zeolit, namun riset ini menggabungkan karbon aktif dan zeolit.
3. Penelitian oleh Aristo (2018) tentang “Potensi Arang Aktif Dari Kulit Buah Durian (*Durio zibethinus Murr.*) dengan Aktivator NaOH sebagai Penjernih Air Sumur”. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi arang aktif kulit durian terhadap penurunan angka kekeruhan,

TDS, Fe, kesadahan, dan tingkat koliform. Hasil penelitian yang telah dilakukan penurunan kadar Fe 87,44% Dalam penurunan kadar kesadahan 71,80%. Persamaan dari penelitian terdahulu dan sekarang terletak pada bahan arang aktif menggunakan kulit durian. Riset sebelumnya hanya memanfaatkan arang aktif sebagai media filter, tetapi riset ini memanfaatkan campuran arang aktif dan zeolit, kemudian pada parameter yang diteliti, pada penelitian sekarang hanya meneliti penurunan kesadahan pada air saja.

4. Penelitian oleh Rahmadhani (2014) tentang “Perbedaan Keefektifan Media Filter Zeolit Dengan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur Di Desa Kismoyoso Ngemplak Boyolali”. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efikasi media filter zeolit, arang aktif, arang aktif zeolit, dan media filter arang aktif-zeolit dengan ketebalan 60 cm dan lama tinggal 4 menit dalam menurunkan tingkat kesadahan. Penurunan kesadahan untuk media filter zeolit sebesar 76,89%, untuk arang aktif sebesar 64,88%, dan untuk arang aktif zeolit sebesar 50,66%. Persamaan pada riset terdahulu dan sekarang terletak pada kombinasi media filter arang aktif dan zeolit. Perbedaan antara riset masa lalu dan saat ini yaitu pemanfaatan arang aktif. Penelitian terdahulu menggunakan arang aktif tempurung kelapa dan penelitian sekarang menggunakan arang aktif kulit durian (*Durio zibethinus* Murr.).
5. Penelitian oleh Sudarni (2020) tentang “Aktivasi Zeolit Dan Karbon Aktif Dalam menurunkan Kesadahan Air Di Kampung Sapiriakota Makassar”

Riset ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi media filter zeolit dan karbon aktif dalam menurunkan kesadahan air sumur bor. Melalui penyaringan zeolit, jumlah kesadahan berkurang 52,05%, melalui filtrasi karbon aktif sebesar 53,27% dan karbon aktif-zeolit sebesar 31,5%. Persamaan pada penelitian terdahulu dan sekarang terletak pada kombinasi arang aktif dan zeolit dalam menurunkan kesadahan. Perbedaan antara riset dulu dan sekarang yakni penggunaan arang aktif. Riset sebelumnya memanfaatkan arang tempurung kelapa aktif, namun

riset ini memanfaatkan arang tempurung durian aktif (*Durio zibethinus* Murr.).

B. Telaah Pustaka Lain Yang Sesuai

1. Air Bersih

a. Sumber Air Bersih

Air bersih ialah salah satu kebutuhan yang paling penting bagi kehidupan masyarakat. Tersedianya air bersih pendukung hidup yang sehat. Terlebih di wilayah metropolitan yang kepadatan penduduknya tinggi, sulit mendapatkan air bersih yang memenuhi standar kesehatan (Listyandari, 2012).

Sumber air yang dimanfaatkan untuk konsumsi manusia harus bersih dan aman. Berikut ini ialah sumber-sumber air bersih dan aman (Chandra, 2012):

- 1) Tidak terkontaminasi dan tidak menyebabkan penyakit
- 2) Bebas dari bahan kimia berbahaya dan beracun
- 3) Tidak ada aroma dan rasa
- 4) Bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari
- 5) Sesuai dengan kriteria minimal WHO atau Kementerian Kesehatan RI.

Air di permukaan bumi dapat berasal dari berbagai sumber. Ada tiga jenis sumber air, yaitu air angkasa (air hujan), air permukaan, dan air tanah (Chandra, 2012).

1) Air Angkasa

Air hujan, sering dikenal sebagai air angkasa, ialah sumber air utama di Bumi. Saat berada di atmosfer, air ruang angkasa sering terkontaminasi. Partikel debu, mikroba, dan gas seperti karbon dioksida, nitrogen, dan amonia dapat berkontribusi terhadap polusi ini.

2) Air Permukaan

Air hujan merupakan sumber air permukaan. Sumur permukaan, sungai, kolam, danau, waduk, lahan basah, dan air terjun

disertakan. Air permukaan sering terkontaminasi oleh sampah, lumpur, dll.

3) Air Tanah

Air tanah ialah air hujan yang diserap oleh bumi secara mendalam. Mekanisme ini memurnikan air tanah lebih dari air permukaan.

Sumber air tanah memiliki kelebihan dibanding dengan sumber air lainnya. Contohnya seperti air tanah tidak perlu proses penjernihan karena tidak mengandung kuman penyakit. Air tanah bisa diakses sepanjang tahun, bahkan selama musim kemarau. Namun, air tanah mengandung sejumlah besar senyawa mineral, membuat sumber air tanah rentan. Contohnya seperti Ca, Mg yang menyebabkan kesadahan dan logan berat seperti Fe dan Mn.

b. Persyaratan Air Bersih

Standar kuantitatif, kualitatif, dan berkelanjutan diperlukan untuk penyediaan air bersih.

1) Syarat Kuantitatif

Kebutuhan kuantitatif ditentukan oleh kuantitas air baku yang bisa diakses. Air baku yang ada saat ini bisa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang dilayani. Selain itu, jumlah air yang dibutuhkan tergantung pada tingkat perkembangan teknis, sosial, dan ekonomi penduduk. Untuk mencegah penyebaran penyakit, ketersediaan air minum harus sesuai dengan kebutuhan penduduk setempat. Tergantung pada suhu masyarakat, tingkat kehidupan, dan gaya hidup, kebutuhan air setiap individu akan berbeda (Kusnaedi, 2010).

2) Syarat Kualitatif

Ada standar fisik, kimia, biologi, dan radiologi untuk kualitas air :

a) Syarat Fisik

Sesuai dengan PERMENKES No. 416 Tahun 1990, kriteria fisik air bersih dari segi bau, TDS, kekeruhan, rasa, suhu, dan warna tidak boleh melebihi baku mutu yang ditetapkan.

b) Syarat Kimia

Air bersih tidak boleh mengandung senyawa berbahaya yang bisa mengakibatkan masalah kesehatan atau bahan kimia tertentu yang bisa mengganggu ekonomi, menurut kriteria kimia (Suryaningrum, 2021). Kesadahan ialah salah satu senyawa yang terdapat pada air bersih. Dalam PERMENKES RI No. 416 Tahun 1990, kriteria mutu untuk parameter kesadahan adalah 500 mg/l.

c) Syarat Bakteriologis

Sebagaimana diatur dalam PERMENKES No. 416 Tahun 1990, air tidak termasuk *e. coli* dan total bakteri coliform, yang melebihi ambang batas kualitas yang ditetapkan.

d) Syarat Radioaktif

Senyawa radioaktif, termasuk sinar alfa, gamma, dan beta, dilarang dalam air minum.

3) Syarat Kontinuitas

Selama musim hujan dan kemarau, air baku untuk pemurnian bisa diekstraksi terus-menerus dengan aliran yang agak konsisten (Putri, 2014).

2. Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel air bisa dikategorikan menjadi tiga kategori:

- a. *Grab Sample*, Sampel yang diambil pada waktu tertentu dan sudah mewakili badan air (Ramadhani, 2019).
- b. *Composite Sample*, Sampel sesaat dari gabungan dua atau lebih (Haidi, 2005).
- c. *Integreted Sample*, merupakan gabungan sampel yang dikumpulkan dari beberapa lokasi pada volume dan waktu yang sama (Ahdiaty, 2020).

3. Kesadahan (CaCO_3) Air

a. Pengertian Kesadahan (CaCO_3) Air

Air sadah merupakan air yang mengandung logam atau kation yang bervalensi 2, misalnya seperti Fe, Mn, Sr, Ca, dan Mg. Meskipun

demikian, kalsium (Ca) dan magnesium adalah sumber utama kesadahan (Mg). Kalsium dalam air mampu berikatan dengan bikarbonat, sulfat, dan klorida (Marsidi, 2001). Kesadahan dalam air dibagi menjadi dua yaitu kesadahan permanen dan kesadahan sementara. Garam kalsium atau magnesium karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) menghasilkan kesadahan sementara. Kesadahan ini bisa dikurangi dengan pemanasan atau penggunaan kapur tohor. Sementara itu, garam kalsium atau magnesium klorida (Cl^-) dan sulfat (SO_4^{2-}) menciptakan kesadahan yang permanen. Kesadahan ini hanya bisa dikurangi dengan pertukaran ion (Asmaningrum et al., 2016).

b. Metode Penurunan Kesadahan (CaCO_3) Air

Untuk mengurangi kesadahan (CaCO_3) air, prosedur berikut bisa diterapkan :

1) Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan senyawa tertentu untuk menjernihkan air yang mengandung zat-zat yang terikat oleh adsorben (Sartika, 2019). Adsorpsi ialah proses lain yang terjadi ketika cairan mengikat padatan dan menghasilkan lapisan tipis pada permukaan padatan. Dalam adsorpsi, kata adsorben dan adsorbat digunakan. Adsorben ialah suatu media penyerap dan adsorbat adalah substansi yang diserap (Syauqiah, 2011).

Karbon aktif sering dimanfaatkan sebagai adsorben karena sangat ideal untuk air olahan yang mengandung fenol dan berbobot molekul tinggi. Selain itu, zeolit dan resin juga dapat digunakan sebagai media untuk proses adsorpsi (Sartika, 2019).

Faktor-faktor yang memengaruhi proses adsorpsi (Syauqiah, 2011) :

a) Luas permukaan

Bahan yang teradsorpsi dipengaruhi oleh luas permukaan adsorben. Luas permukaan ditentukan oleh ukuran partikel dan konsentrasi adsorben.

b) Jenis adsorbat

Kemampuan adsorpsi dapat dilihat dari peningkatan berat molekul adsorbat. Adsorbat yang mudah diadsorpsi yaitu yang memiliki rantai yang bercabang.

c) Struktur molekul adsorbat

Kemampuan penyisihan dapat ditingkatkan oleh Nitrogen dan kemampuan penyisihan dapat dikurangi oleh hidroksil.

d) Konsentrasi adsorbat

Seiring tingginya konsentrasi adsorbat, semakin banyak material yang terkumpul pada permukaan adsorben.

e) Temperatur

Dengan memanaskan atau mengaktifkan adsorben, kapasitas adsorpsi pada adsorbat bisa ditingkatkan.

f) pH

pH larutan memengaruhi kelarutan ion logam selama proses adsorpsi dan aktivitas gugus fungsi pada biosorben.

g) Waktu kontak

Penentuan waktu kontak memengaruhi temuan kapasitas adsorpsi.

2) Filtrasi

Teknik menghilangkan partikel tersuspensi melalui bahan berpori yang disebut filtrasi. Menyaring air melalui media berpori dengan cara mencegah partikel masuk ke pori-pori dan mengumpulkan serta menumpuk partikel di permukaan butiran media sehingga airnya jernih dan tidak keruh (Mashadi et al., 2018). Media yang digunakan untuk filtrasi biasanya pasir atau kombinasi dari pasir, kerikil, batu, kertas atau kain, ijuk dan arang aktif. Media ini dapat menghilangkan zat-zat padat tersuspensi seperti tanah, lumpur, zat organik maupun anorganik (Sulastri, 2014).

Faktor yang mempengaruhi efisiensi filtrasi :

a) Kualitas air baku

Seiring tingginya kualitas air baku olahan maka semakin efektif hasil filtrasi (Widyastuti, 2011).

b) Debit air

Debit yang terlalu besar dapat mempengaruhi sistem kerja filter kurang sehingga proses filtrasi menjadi tidak sempurna. Ini mengurangi waktu kontak antara permukaan media filter dan air yang akan disaring. Saat disaring, kecepatan aliran yang berlebihan memungkinkan partikel-partikel kecil lolos (Putri, 2015).

c) Suhu

Perubahan suhu selama proses penyaringan mengubah daya tarik partikel-partikel kecil yang menimbulkan kekeruhan, sehingga menyebabkan variasi ukuran partikel yang tersaring dan mempengaruhi kapasitas adsorpsinya (Putri, 2015).

d) Diameter Butiran

Butiran-butiran halus dapat meningkatkan kualitas effluent (Widyastuti, 2011).

Penerapan filtrasi di Indonesia yang biasa digunakan ialah saringan pasir lambat konvensional dengan sistem aliran *Down Flow* atau mengalir dari atas kebawah. Filtrasi *Down Flow* mudah digunakan di daerah pedesaan karena proses pengolahannya yang sangat sederhana. Kapasitas pengolahan dengan sistem *Down Flow* bisa dibuat dengan beberapa macam ukuran sesuai yang dibutuhkan. Pada umumnya filter ini terdiri dari media penyaring dan bak penampung air yang lengkap dengan sistem saluran bawah, inlet, dan outlet. Saluran inlet dibuat untuk saluran air yang masuk kedalam saringan. Sedangkan outlet selain fungsinya sebagai saluran keluarnya hasil olahan air (Sadaruddin, 2020).

3) Pertukaran ion

Pelunakan dengan pertukaran ion juga dikenal sebagai (*zeolit softening*) pelunakan zeolit, air melewati suatu saringan yang berisi

resin granular (butiran kecil). Didalam saringan, biasa disebut dengan pelunak (*softener*), kalsium dan magnesium didalam air ditukar (*exchanged*) dengan sodium dan resin granular (Rohmah, 2017).

4) Penyulingan

Pelunakan dilakukan dengan penguapan sehingga kesadahan dapat dihilangkan (Rohmah, 2017).

5) Pemanasan

MgCO₃ dapat larut dalam air dingin akan tetapi dalam air panas kelarutannya akan mengecil, atau bahkan tidak larut dan mengendap. Kelarutan CaCO₃ dari air panas akan mengendap lebih banyak daripada air dingin. Sifat ini dapat diketahui bahwa penyebab kesadahan Kation Mg²⁺ dan Ca²⁺ dapat dikurangi melalui pemanasan (Sartika, 2019).

4. Arang Aktif

a. Pengertian Arang Aktif

Salah satu jenis adsorben yang biasa digunakan yaitu karbon aktif. Karbon aktif pada dasarnya berbentuk bulat, pelet, bubuk atau granula. Karbon aktif biasanya digunakan sebagai penyerap bau dan rasa serta penghilang senyawa-senyawa organik pada air. Karena luas permukaan yang dimilikinya sangat besar, sehingga ia dapat menyerap kandungan zat dalam air. Sebab itu karbon aktif sangat efektif dalam penyerapan zat terlarut dalam air, baik organik maupun anorganik (Kusnaedi, 2010).

Pada umumnya karbon terbagi menjadi dua yaitu karbon aktif fasa gas dan fasa cair. Karbon aktif fasa gas didapatkan oleh material berat tipe tinggi. Kemudian karbon aktif fasa cair didapatkan oleh material berat tipe rendah, semacam arang dari bambo kuning yang berbentuk butiran, rapuh, memiliki kandungan abu yang besar berbentuk silika dan umumnya dibuat untuk melenyapkan warna, rasa, bau, serta senyawa organik yang lain (Ramdja et al., 2008).

Pada umumnya, karbon aktif diaktifkan tidak hanya digunakan sebagai perluasan permukaannya saja, akan tetapi juga digunakan sebagai peningkatan adsorpsi karbon aktif sehingga dapat menyerap beberapa pengotor dalam air (Prabarini & Okayadnya, 2013).

Proses pembuatan karbon aktif secara garis besar ada tiga tahap, yaitu (Ramdja et al., 2008) :

1) Proses dehidrasi

Proses yang dilakukan untuk menghilangkan kandungan air bahan baku dengan cara pemanasan hingga temperature 170°C.

2) Proses karbonisasi

Bahan baku dibakar agar senyawa organik terurai sehingga membentuk methanol, tar, uap asam asetat, dan hidrokarbon.

3) Proses aktivasi

Proses aktivasi dibagi menjadi 2, yaitu :

- Proses aktivasi fisika

Pengaktifan karbon biasanya dilakukan dengan pemanasan bahan baku dalam furnace dengan temperatur 800-900 °C atau dilakukan klorinasi untuk mempermudah memudahkan aktivasi. Berikutnya dilakukan karbonisasi untuk menghilangkan hidrokarbon yang terklorinasi kemudian diaktivasi menggunakan uap.

- Proses aktivasi kimia

Pengaktifan karbon secara kimia biasanya dengan cara menggabungkan bahan baku karbon dengan bahan-bahan kimia ataupun reagen pengaktif, kemudian dilakukan pengeringan serta pemanasan (Kurnia Dewi et al., 2009).

b. Tanaman Durian

1) Klasifikasi Ilmiah Durian

Durian merupakan tumbuhan tropis di Asia Tenggara. Nama tumbuhan diambil karena kulitnya yang keras seperti duri. Tumbuhan ini sebenarnya merupakan sekelompok tumbuhan yang memiliki marga *Durio*. Namun durian yang bisa dijual

dipasarkan seperti Petruk, Montong, durian matahari, durian ajimah, durian bokor, durian bubur disebut dengan *Durio zibethinus* (Fana, 2019).

Adapun klasifikasi ilmiah pada tanaman durian menurut Rukmana dalam Darmawan (1996) sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i> (berkeping dua)
Ordo	: <i>Bombacales</i>
Famili	: <i>Bombacaceae</i>
Genus	: <i>Durio</i>
Spesies	: <i>Durio zibethinus Murr</i>

2) Kandungan Kulit Durian (*Durio zibethinus Murr.*)

Kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) merupakan limbah yang hampir sama sekali tidak dimanfaatkan oleh banyak orang. Pada kenyataannya Kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) ini mempunyai kandungan gizi yang cukup banyak seperti tabel II.1.

Tabel II. 1
Kandungan Gizi Kulit Durian (*Durio zibethinus Murr.*)

Komposisi	Presentase (%)
Pati	18,5
Gula Total	1,85
Ethanol	0,16
Lemak	0,22
Protein	0,35
Serat Kasar	19,40
Air	57,60

Sumber : Rukmana dalam Darmawan (1996)

Selain kandungan gizi, kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) juga mengandung unsur selulosa, hemiselulosa dan lignin.

Tabel II. 2
Kandungan Kulit Durian (*Durio zibethinus Murr.*)

Kandungan	Presentase (%)
Selulosa	60,45%
Hemiselulosa	13,09%
Lignin	15,45%

Sumber : Charoenvai (2005)

3) Proses Arang Aktif Kulit Durian (*Durio zibethinus Murr.*) dengan Kسادahan (CaCO_3).

Didalam kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) terdapat kandungan selulosa 60,45%, hemiselulosa 13,09%, dan lignin 15,45% (Charoenvai et al., 2005). Kulit durian mempunyai selulosa gugus hidroksil yang reaktif yang mempunyai unit berulang-ulang membentuk ikatan hidrogen intramolekul dan antar molekul. Polimer selulosa terdiri dari monomer D-glukosa yang dapat dimodifikasi oleh gugus fosfat (Soekardjo, 1990). Polimer selulosa membentuk ikatan kimia yang memiliki permukaan rantai selulosa seragam dan membentuk lapisan berpori. Material padatan berpori inilah yang mampu menyerap zat-zat yang terlarut dalam air seperti ion Ca dan Mg (Nasir et al., 2014). Kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) pada saat diarangkan, kandungan karbonnya akan mencapai 70,30% sampai 82,12% (Nuriana et al., 2013). Selain itu, arang aktif kulit durian mempunyai kadar air 14,2%, kadar abu 5,46% dan daya serap larutan iodin 580,27 mg/gr (Febriansyah et al., 2015).

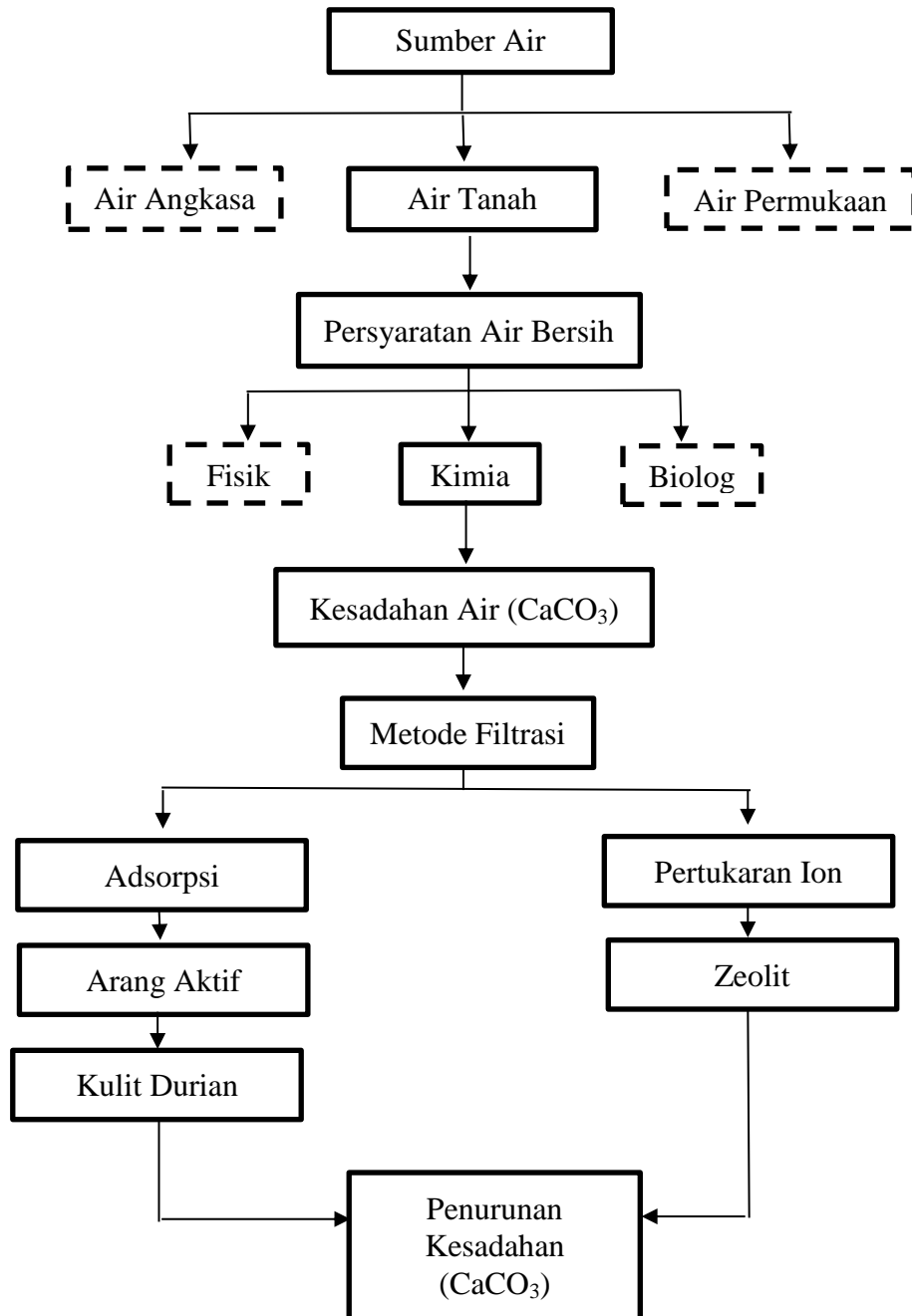
5. Zeolit

Zeolit ialah zat aluminio-silikat terhidrasi yang memiliki kation natrium, kalium, dan barium (Heriyani, 2016). Zeolit bermuatan negatif karena mengandung atom aluminium. Muatan negatif ini memungkinkan zeolit untuk mengikat kation yang sering ada di air tanah, termasuk Fe, Al, Ca, dan Mg. Dengan melewati air baku melalui filter zeolit, zeolit yang bermuatan negatif akan mengikat kation. Selain itu, zeolit dengan mudah melepaskan kation dan menggantinya dengan kation lain; misalnya, zeolit melepaskan natrium

dan mengikat kalsium atau magnesium. Dalam pengolahan air, zeolit berfungsi sebagai penukar ion dan adsorben (Kusnaedi, 2010).

C. Kerangka Teori

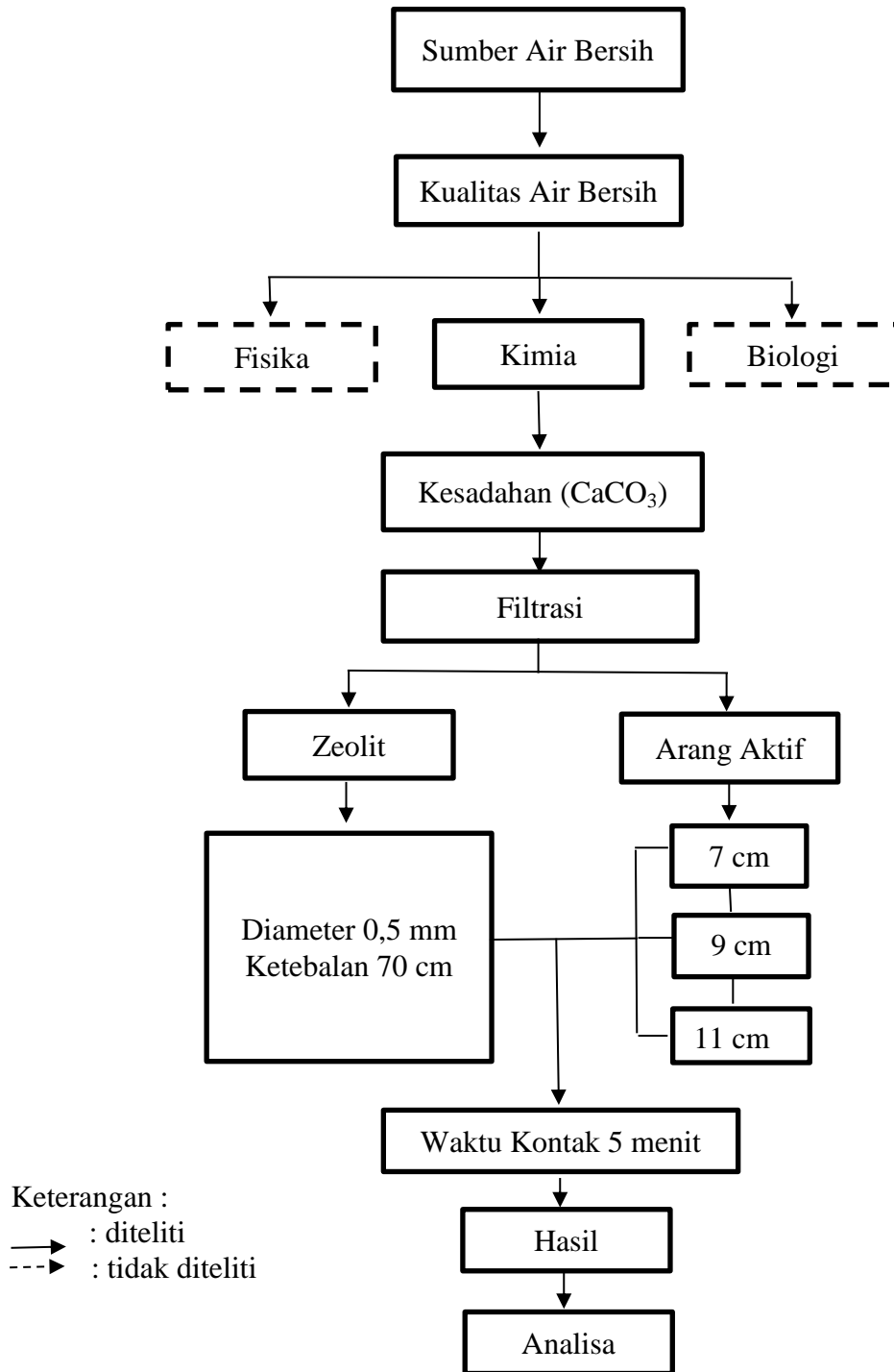
Kerangka teori dari penelitian kombinasi filtrasi arang aktif kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) dengan zeolit dalam penurunan kesadahan air bersih.



Gambar II.1 Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep

Kerangka konsep dari penelitian kombinasi filtrasi arang aktif kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) dengan zeolit dalam penurunan kesadahan air bersih.



Gambar II.2 Kerangka Konsep