

**SKRIPSI**

**PENGUNAAN ARANG SEBAGAI ADSORBEN SEBELUM  
PROSES *ION-EXCHANGE* DALAM PENGURANGAN  
KESADAHAN AIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Kesehatan Lingkungan



**FITRIA FATIMAH**  
**NIM. P07133319005**

**PRODI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
POLITEKNIK KESEHATAN YOGYAKARTA**

**2020**

## **SKRIPSI**

# **PENGGUNAAN ARANG SEBAGAI ADSORBEN SEBELUM PROSES *ION EXCHANGE* DALAM PENGURANGAN KESADAHAN AIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Kesehatan Lingkungan



**FITRIA FATIMAH**  
**NIM. P07133319005**

**PRODI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
POLITEKNIK KESEHATAN YOGYAKARTA**

**2020**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

### SKRIPSI “PENGUNAAN ARANG SEBAGAI ADSORBEN SEBELUM PROSES ION EXCHANGE DALAM PENGURANGAN KESADAHAN AIR”

Disusun oleh :  
FITRIA FATIMAH  
NIM P07133319005

Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal :

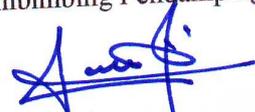
10 Januari 2021

Menyetujui

Pembimbing Utama

  
DR. Herman Santjoko, SKM, M.Si  
NIP. 19590919 198403 1 002

Pembimbing Pendamping

  
M. Mirza Fauzie, SST, M.Kes  
NIP. 19670719 199103 1 002

Yogyakarta  
Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan



M. Mirza Fauzie, SST, M.Kes  
NIP. 19670719 199103 1 002

## HALAMAN PENGESAHAN

### SKRIPSI

“PENGUNAAN ARANG SEBAGAI ADSORBEN SEBELUM PROSES *ION EXCHANGE* DALAM PENGURANGAN KESADAHAN AIR”

Disusun oleh :

FITRIA FATIMAH  
NIM. P07133319005

Telah dipertahankan dalam seminar di depan Dewan Penguji  
Pada Tanggal : 11 Januari 2021

#### SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,  
Sigid Sudaryanto, SKM, M.Pd  
NIP. 19630828 198703 1 002

(.....)

Anggota I,  
DR. Herman Santjoko, SKM, M.Si  
NIP. 19590919 198403 1 002

(.....)

Anggota II,  
M. Mirza Fauzie, SST, M.Kes  
NIP. 19670719 199103 1 002

(.....)

Yogyakarta, Januari 2022

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur haturkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Joko Susilo, SKM, M.Kes, Direktur Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta.
2. M. Mirza Fauzie, SST, M.Kes, Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta dan pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian Penelitian Skripsi ini.
3. Sardjito Eko Windarso, SKM, M.P, Ketua Program studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan.
4. DR. Herman Santjoko, SKM, M.Si, Pembimbing utama yang telah banyak membantu, membimbing dan memberi saran dalam penyelesaian Penelitian Skripsi ini.
5. Sigid Sudaryanto, SKM, M.Pd, penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian Penelitian Skripsi ini.
6. Seluruh Bapak Ibu Dosen dan Karyawan Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
7. Warga Kalurahan Jatimulyo, Kapanewon Girimulyo atas bantuannya.
8. Bapak, Ibu, Kakak dan Adik yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material serta Do'a dalam penyusunan skripsi ini.

9. Rekan-rekan sealmamater yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Yogyakarta, Januari 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	5
D. Ruang Lingkup .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
F. Keaslian Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Landasan Teori	
1. Pengertian Air .....	10
2. Persyaratan Air Bersih .....	11
3. Kesadahan .....	13
4. Penyaringan .....	17
5. Adsorpsi .....	19

6. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penyaringan ....	23
B. Kerangka Konsep .....	26
C. Hipotesis .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Jenis Penelitian .....	28
B. Desain Penelitian .....	28
C. Objek Penelitian .....	29
D. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional .....	29
E. Skema Hubungan Antar Variabel .....	31
F. Prosedur Penelitian .....	32
G. Instrumen Penelitian.....	38
H. Analisis Data .....	39
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b>	
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	40
B. Hasil Penelitian.....	40
1. Analisis Diskriptif .....	41
2. Analisis Analitik .....	45
C. Pembahasan .....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	52
B. Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .....	12
Tabel 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .....	12
Tabel 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .....	13
Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Kesadahan Sebelum dan Sesudah langsung proses <i>ion exchange</i> .....	41
Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Kesadahan Sebelum dan Sesudah Perlakuan Menggunakan Arang aktif sebelum proses <i>ion exchange</i> .....	42
Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Kesadahan Sebelum dan Sesudah Perlakuan Menggunakan Arang Sekam Padi sebelum proses <i>ion exchange</i> .....	43
Tabel 7. Selisih Penurunan Kesadahan Air Antar Masing- Masing Perlakuan.....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Konsep .....	26
Gambar 2. Skema Hubungan Antar Variabel .....	31

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Hasil Pemeriksaan Sampel Air Bersih

Lampiran 2. Perhitungan Volume dan Debit

Lampiran 3. Gambar teknis

Lampiran 4. Perhitungan spss

Lampiran 5. Gambar-Gambar Kegiatan

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki pegunungan yang indah, dari keindahan gunung itu tidak selamanya membuat masyarakatnya yang tinggal disekitarnya memiliki kemudahan dalam mendapatkan air bersih dikarenakan ada beberapa pegunungan yang lapisan batunya terbuat dari batuan kapur yang mengandung Ca dan Mg, sehingga air tersebut menjadi sadah. Air sadah banyak dijumpai pada daerah yang lapisan tanah atas tebal dan ada pembentukan batu kapur. Sehingga perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk keperluan sehari-hari (Sutrisno, 2006).

Air merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan. Dalam tubuh manusia itu sendiri sebagian besar terdiri dari air. Kebutuhan manusia akan air sangat kompleks antara lain untuk, minum, memasak, mencuci, mandi, dan sebagainya. Adapun kualitas air bersih diatur dalam Permenkes RI Nomor 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam renang, *Solus Per Aqua* dan Pemandian Umum untuk parameter kesadahan maksimal adalah 500 mg/L, apabila tidak memenuhi persyaratan dapat merugikan dan membahayakan kesehatan.

Salah satu sumber air yang dimanfaatkan didaerah pegunungan adalah mata air, karena mudah ditemukan dan kondisinya dari segi fisik layak konsumsi pada saat musim kemarau tetapi tidak pada musim penghujan dari

segi warna kadang tidak memenuhi syarat. Daerah pegunungan yang mempunyai lapisan batu gamping menyebabkan kondisi sumber air bersih menjadi rendah kualitasnya, hal ini disebabkan karena tanah yang mengandung kapur sehingga airnya disebut air sadah. Kesadahan yang dimaksud adalah kesadahan sementara atau kesadahan karbonat yang disebabkan oleh ion kalsium dan magnesium berasosiasi ion  $\text{CO}_3^{2-}$  dan  $\text{HCO}_3^-$  (Effendi H, 2007).

Berdasarkan data Kesehatan Lingkungan Puskesmas Girimulyo II tahun 2019 pada bulan Juli didapatkan untuk kesadahan sejumlah 229 mg/L walaupun masih dibawah baku mutu Permenkes tetapi dikarenakan diantara 150-300 mg/L dikategorikan keras (Sumantri,2010). Selain itu, sebagian besar warga kalurahan Jatimulyo menggunakan mata air untuk pemenuhan air bersih sehari-hari. Dikarenakan sumber air bersih dari mata air di daerah pegunungan yang sebagian besar dari batu kapur menyebabkan air apabila diendapkan semalam timbul warna putih di dinding bak penampungan dan apabila dimasak menimbulkan endapan didasar panci. Warga juga mengeluh pipa yang digunakan untuk mengalirkan air cepat mengerak sehingga harus sering mengganti selangnya. Selain itu, sebagian besar mata air tidak terlindungi sehingga saat musim penghujan airnya keruh.

Mengonsumsi air sadah secara terus menerus dapat menimbulkan gangguan kesehatan, ekonomi, estetika dan teknis. Adapun gangguannya berupa pemborosan penggunaan sabun karena tidak menimbulkan busa, timbulnya noda-noda putih pada dinding dan pengerakan pada peralatan masak. Mengingat pentingnya air dalam kehidupan manusia, maka perlu

dilakukan upaya untuk mendapatkan air bersih yang memenuhi syarat salah satunya dari segi kualitas.

Untuk mengurangi kesadahan salah satu caranya adalah dengan pertukaran ion. Pertukaran ion adalah proses dimana satu bentuk ion dalam senyawa dipertukarkan untuk beberapa bentuk, seperti kation ditukar dengan kation. Pada penelitian ini, air yang digunakan berasal dari permukaan (mata air) dan pada musim penghujan sehingga air kualitasnya tidak sebaik saat musim kemarau sehingga perlu dilakukan pengurangan bahan organik dan anorganik terlebih dahulu agar air yang dikontakan dapat melakukan pertukaran ion secara optimal.

Penyaringan adalah pembersih partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan yang di atasnya padatan akan terendapkan. Penyaringan dilakukan untuk mengurangi kandungan didalam air sehingga air yang dilakukan pertukaran ion dapat optimal. Dalam penyaringan ini menggunakan arang aktif karena memiliki sifat adsorpsi sehingga bisa digunakan sebagai adsorben. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Hulaimah Nur Qonita, dkk (2019) yang berjudul Pengurangan Kesadahan Ca dan Mg Dengan Karbon Aktif dan Pengaruhnya Terhadap Kelayakan Konsumsi Pada Air Tanah Di Dusun Sambirejo, Kelurahan Talakbroto, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali didapatkan hasil salah satu cara dalam mengurangi kesadahan air adalah dengan menggunakan karbon aktif, yang dilakukan dengan cara menyaring dengan metode karbon aktif. Arang aktif dipilih karena memiliki sifat kimia dan fisik yang dapat menyerap zat organik dan anorganik.

Dimana arang aktif adalah zat penyerap yang menyerap rasa, bau dari air dan juga penghilang senyawa organik dalam air. Arang aktif juga mudah digunakan dan harga relatif murah. Pada penelitian ini akan membandingkan arang aktif dengan arang sekam padi. Berdasarkan penelitian Elma Salika, dkk (2016) yang berjudul efektivitas arang sekam padi terhadap penurunan kesadahan air didapatkan hasil Ketebalan arang sekam padi 12 cm merupakan ketebalan yang paling besar dengan persentase 72,95% penurunannya dengan rata-rata 679 mg/l, dari kadar awal kesadahan sebesar 929,5 mg/l.

Berdasarkan hal tersebut maka digunakan arang aktif dan arang sekam padi sebagai Adsorben yang berfungsi menyerap zat-zat yang terdapat didalam air sehingga pada proses ion exchange tidak perlu lagi ada proses adsorpsi. Sehingga proses ion exchange dapat terlaksana secara optimal. Setelah dilakukan proses adsorpsi maka untuk proses ion exchange menggunakan media zeolite. Sifat zeolit sebagai penukar ion karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas didalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Akibat struktur zeolit berongga, anion atau molekul ukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak. Penelitian Ari Rahmawati (2018) dengan judul Efektivitas Berbagai Media Saring Untuk Menurunkan Kesadahan Di Desa Kalisari Kecamatan Rowokele Kabupaten Kebumen didapatkan hasil rata-rata penurunan kadar kesadahan sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan filtrasi (resin zeolit) didapatkan hasil penurunan

kesadahan mencapai 71,86%. Selain itu zeolite mudah didapat dan harganya murah bisa menjadi salah satu alternatif yang bisa digunakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti tertarik untuk menggunakan arang aktif dan arang sekam padi sebagai adsorben sebelum proses ion exchange dalam pengurangan kesadahan air.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan, yaitu Apakah ada perbedaan penurunan kesadahan air setelah diolah dengan adsorben sebelum proses *ion exchange*?

## **C. Tujuan Penelitian**

### 1. Tujuan Umum :

Mengetahui manfaat media arang aktif dan arang sekam padi dalam penurunan kesadahan air sebagai adsorben sebelum proses *ion exchange*.

### 2. Tujuan Khusus

a. Diketuinya penurunan kesadahan setelah dilakukan penyaringan dengan media arang aktif sebelum proses *ion exchange*

b. Diketuinya penurunan kesadahan setelah dilakukan penyaringan dengan media arang sekam padi sebelum proses *ion exchange*

c. Diketahui media adsorben yang lebih banyak menurunkan kesadahan air sebelum proses *ion exchange*

#### **D. Ruang Lingkup**

1. Lingkup Keilmuan

Materi penelitian termasuk ke dalam ilmu kesehatan lingkungan khususnya dalam bidang Penyehatan Air.

2. Lingkup Materi

Penelitian ini masuk dalam materi Penyehatan Air terutama pada pembahasan mengenai penurunan Kesadahan air.

3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kalurahan Jatimulyo, Kapanewon Girimulyo, Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan Kulon Progo dan Puskesmas Girimulyo II

4. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Desember 2020

5. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah penggunaan media arang aktif dan arang sekam padi untuk adsorben dan media zeolit untuk *ion exchange* dalam menurunkan kesadahan air.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Peneliti

- a. Peneliti mampu mengaplikasikan materi Penyehatan Air yang selama ini dipelajari terutama mengenai Penurunan Kesadahan Air

- b. Peneliti mendapatkan pengalaman dan wawasan baru berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan

2. Masyarakat

Peneliti dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai perlu atau tidaknya penggunaan adsorben sebelum proses *ion exchange* dalam mengurangi kesadahan

3. Ilmu Pengetahuan

- a. Sebagai bahan rujukan atau referensi guna untuk penelitian lanjutan.
- b. Sebagai bahan rujukan atau referensi guna menambah khasanah ilmu pengetahuan di bidang Kesehatan Lingkungan bagi mahasiswa dan masyarakat luas.

## **F. Keaslian Penelitian**

Beberapa penelitian serupa yang pernah dilakukan yaitu :

1. Hulaimah Nur Qonita, dkk (2019) yang berjudul Pengurangan Kesadahan Ca dan Mg Dengan Karbon Aktif dan Pengaruhnya Terhadap Keayakan Konsumsi Pada Air Tanah Di Dusun Sambirejo, Kelurahan Talakbroto, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya menyimpulkan bahwa salah satu cara dalam mengurangi kesadahan air adalah dengan menggunakan karbon aktif, yang dilakukan dengan cara menyaring dengan metode karbon aktif.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah media penyaringnya menggunakan arang aktif yang ada dipasaran dan sekam padi.

2. Elma Sholiha, Andik Setiyono, Siti Novianti (2016) yang berjudul efektivitas arang sekam padi terhadap penurunan kesadahan air.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya menyimpulkan ketebalan arang sekam padi 12 cm merupakan ketebalan yang paling besar dengan persentase 72,95% penurunannya dengan rata-rata 679 mg/lit, dari kadar awal kesadahan sebesar 929,5 mg/lit.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya ketebalan media arang sekam padi 60 cm.

3. Umami Bujawati, 2013 yang berjudul Pengaruh Ketebalan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Tingkat Kesadahan Air Di Wilayah Kerja Puskesmas Sudu Kabupaten Enrekang Tahun 2013

Penelitian yang dilakukan sebelumnya menyimpulkan ketebalan media filter arang aktif yang paling efektif dalam menurunkan kadar kesadahan mata air adalah 60 cm, efektivitas penurunan kadar kesadahan sebesar 72.71%.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah media penyaringnya menggunakan arang aktif yang ada dipasaran dan sekam padi dengan ketebalan 60 cm.

4. Ulfa Nurullita (2010) berjudul Pengaruh Lama Kontak Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Persentase Penurunan Kesadahan  $\text{CaCO}_3$

#### Air Sumur Artetis.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya menyimpulkan persentase penurunan kesadahan air sumur artetis setelah melewati karbon aktif tertinggi pada lama kontak 40 menit (90%).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah media penyaringnya menggunakan arang aktif yang ada dipasaran dan sekam padi sedang lama waktu kontak sama 40 menit

5. Ari Rahmawati (2018) dengan judul Efektivitas Berbagai Media Saring Untuk Menurunkan Kesadahan Di Desa Kalisari Kecamatan Rowokele Kabupaten Kebumen.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya menyimpulkan rata-rata penurunan kadar kesadahan sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan filtrasi (resin zeolit) didapatkan hasil penurunan kesadahan mencapai 71,86%.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah media ion exchangenya menggunakan zeolite.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Pengertian Air**

Air adalah bagian penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Air merupakan zat cair yang tidak mempunyai rasa, warna dan bau. Air terdiri atas hidrogen dan oksigen dengan rumus  $H_2O$ . Menurut Undang-Undang RI Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Air dapat dibedakan berdasarkan sumbernya. Menurut letak sumbernya air dibagi menjadi tiga, yaitu: Candra (2006)

##### **a. Air angkasa**

Air angkasa atau air hujan adalah air yang berasal dari proses penguapan, kondensasi, dan presipitasi, sehingga hasil dari proses tersebut betul-betul membentuk air murni sebagai  $H_2O$ . Pada dasarnya air hujan merupakan air yang paling bersih, namun air hujan cenderung mengalami pencemaran pada saat di atmosfer, dan pada saat jatuh dari atmosfer.

##### **b. Air tanah**

Air tanah dapat dibedakan menjadi dua yaitu, air tanah preatis dan artesis.

- 1) Air tanah preatis adalah air tanah yang letaknya tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air/impermeable.
- 2) Air tanah artesis Air tanah artesis letaknya sangat jauh di dalam tanah serta berada di antara dua lapisan kedap air.

c. Air permukaan

Air permukaan adalah air yang berada di permukaan tanah. Sebagian besar berasal dari air hujan yang terjatuh ke permukaan bumi. Air permukaan meliputi berbagai badan air seperti air sungai, danau, telaga, waduk, dan rawa. Kualitas dari air permukaan selalu berubah. Pada saat musim hujan kapasitas aliran lebih besar dari pada musim kemarau, sehingga pada musim hujan air relatif lebih keruh 11 sebagai akibat air hujan yang mengalir di permukaan. Sebaliknya pada musim kemarau aliran air relatif lebih sedikit sehingga kuantitasnya lebih sedikit, oleh karena itu pada musim kemarau air lebih jernih.

## 2. Persyaratan Air Bersih

Kriteria air bersih meliputi empat aspek, yaitu kualitas, kuantitas, kontinuitas dan keterjangkauan. Agar dapat dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari maka air bersih harus memenuhi syarat secara kualitas menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi yang digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan

cuci bahan pangan, peralatan makan, pakaian, dan sebagai air baku air minum harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan, yaitu sebagai berikut (Permenkes, 2017) :

a. Parameter fisik

Tabel 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut ( <i>Total Dissolved Solid</i> )	Mg/l	1000
4	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3$
5	Rasa		Tidak berasa
6	Bau		Tidak berbau

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017

b. Parameter Biologi

Tabel 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1	Total coliform	CFU/100ml	50
2	E. Coli	CFU/100ml	0

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017

## c. Parameter kimia

Tabel 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1	pH	mg/l	6,5 – 8,5
2	Besi	mg/l	1
3	Fluorida	mg/l	1,5
4	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
5	Mangan	mg/l	0,5
6	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8	Sianida	mg/l	0,1
9	Deterjen	mg/l	0,05
10	Pestisida total	mg/l	0,1

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017

## 3. Kesadahan

## a. Pengertian Kesadahan

*International Standart of Drinking Water* tahun 1971 dari WHO, 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<sub>3</sub> (50 ppm) di dalam 1 liter air (Sumantri, 2010). Air sadah merupakan istilah yang digunakan pada air yang mengandung kation penyebab Kesadahan. Kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation- kation yang bervalensi, seperti Fe, Sr, Mn, Ca dan Mg, tetapi penyebab utama dari Kesadahan adalah

Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Kalsium dalam air mempunyai kemungkinan bersenyawa dengan Bikarbonat, Sulfat, Klorida dan Nitrat, sementara itu Magnesium dalam air kemungkinan bersenyawa dengan Bikarbonat, Sulfat dan Klorida (Marsidi, 2001).

Kesadahan merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas air bersih, karena Kesadahan total menunjukkan ukuran pencemaran air oleh mineral-mineral terlarut seperti  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Menurut WHO, Kesadahan adalah ukuran kapasitas air untuk bereaksi dengan sabun, air sadah memerlukan banyak sabun dalam menghasilkan busa (Manalu, 2013).

b. Karakteristik Kesadahan

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

- 1) Lunak : < 1 mEq/l (50 ppm)
- 2) Agak keras : 1-3 mEq/l (50-150 ppm)
- 3) Keras : 3-6 mEq/l (150-300 ppm)
- 4) Sangat keras : > 6 mEq/l (> 300 ppm)

c. Faktor Penyebab Kesadahan

Kesadahan air disebabkan oleh banyaknya mineral dalam air yang berasal dari batuan dalam tanah, baik dalam bentuk ion maupun ikatan molekul. Elemen terbesar (major elemen) yang terkandung dalam air adalah Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Natrium ( $\text{Na}^+$ ), dan Kalium ( $\text{K}^+$ ). Ion-ion tersebut dapat berikatan dengan  $\text{CO}_3^-$ ,

HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, dan PO<sup>-</sup>. ‘

Menurut (Sudarmadji dkk, 2014), Kesadahan pada air ini dapat terjadi karena air mengandung :

- 1) Persenyawaan dari Kalsium dan Magnesium dengan Bikarbonat.
- 2) Persenyawaan dari Kalsium dan Magnesium dengan Sulfat, Nitrat, dan Klorida.
- 3) Garam – garam Besi, Zink, dan Silika.

d. Dampak Kesadahan

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 sebagai berikut :

- 1) Pemakaian sabun yang meningkat karena sabun sulit larut dan sulit berbusa.
- 2) Air sadah bila didihkan akan membentuk endapan dan kerak pada cerek (*boiler*).
- 3) Penggunaan bahan bakar menjadi meningkat, tidak efisien, dan dapat meledakkan *boiler*.
- 4) Biaya produksi yang tinggi (*high cost production*) pada industri yang menggunakan air sadah. (Sudarmadji dkk, 2014)

e. Cara Mengatasi Kesadahan

Kesadahan pada air dapat dihilangkan. Metode yang dapat

digunakan untuk menghilangkan Kesadahan tersebut, antara lain :

1) Pemasakan

Pemasakan air menyebabkan terlepasnya atau dikeluarkannya  $\text{CO}_2$  dari dalam air dan terbentuknya endapan  $\text{CaCO}_3$  yang tidak terlarut. Cara ini sangat mahal jika digunakan untuk skala yang besar (Sudarmadji dkk, 2014).

2) Pertukaran ion

Peningkatan kualitas air dengan jalan mengadakan pengelolaan terhadap air yang akan diperlukan sebagai air minum dengan mutlak diperlukan terutama apabila air tersebut berasal dari air permukaan. Pengolahan yang dimaksud bisa dimulai dari yang sangat sederhana sampai yang pada pengolahan yang mahir/lengkap, sesuai dengan tingkat kekotoran dari sumber asal air tersebut.

Pertukaran ion adalah proses dimana satu bentuk ion dalam senyawa dipertukarkan untuk beberapa bentuk, yaitu kation ditukar dengan kation dan anion ditukar dengan anion. Pertukaran ion berlangsung secara reversibel dan dapat diregenerasi atau diisi dengan ion-ion yang diinginkan melalui pencucian dengan ion-ion yang berlebih.

Pada proses pertukaran ion, ion Kalsium dan Magnesium ditukar dengan ion Sodium. Pertukaran ini berlangsung dengan cara melewatkan air sadah ke dalam unggun butiran yang terbuat

dari bahan yang mempunyai kemampuan menukarkan ion. Terdapat beberapa bahan penukar ion yaitu : Bahan penukar ion alam yang disebut greensand atau zeolit, kemudian bahan penukar ion zeolit buatan (Marsidi, 2001).

#### 4. Penyaringan

Penyaringan adalah pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkan pada medium penyaringan atau septum yang di atasnya padatan yang dapat diendapkan. Proses penyaringan merupakan bagian dari pengolahan air yang pada prinsipnya adalah untuk mengurangi bahan-bahan organik maupun bahan-bahan an organik yang berada dalam air.

Proses penyaringan bisa merupakan proses awal (*primary treatment*) atau penyaringan dari proses sebelumnya. Penyaringan air olahan yang mengandung padatan beragam dari ukuran besar sampai ukuran kecil/halus, dilakukan dengan cara membuat saringan bertingkat yaitu saringan kasar, saringan sedang, sampai saringan halus. Bahan untuk penyaringan kasar dapat terbuat dari batu kerikil, batu bara, karbon aktif (Kusnaedi, 2010).

Teknologi Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Saringan Pasir Lambat “Up Flow” adalah merupakan teknologi pengolahan air yang sangat sederhana dengan hasil air bersih dengan kualitas yang baik. Sistem saringan pasir lambat ini mempunyai keunggulan tidak memerlukan bahan kimia sehingga biaya operasinya sangat murah, sangat cocok untuk daerah pedesaan dan proses pengolahan sangat sederhana, perawatan mudah (Said dkk, 1999).

Di dalam sistem pengolahan ini proses pengolahan yang utama adalah penyaringan dengan media saring pasir dengan kecepatan penyaringan 5–10 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> /hari. Air baku dialirkan ke tangki penerima, kemudian dialirkan ke bak pengendap tanpa memakai zat kimia untuk mengendapkan kotoran yang ada dalam air baku. Selanjutnya di saring dengan menggunakan saringan pasir lambat. Setelah disaring dilakukan proses khlorinasi dan selanjutnya ditampung di bak penampungan air bersih, seterusnya di alirkan ke konsumen.

Sistem saringan pasir lambat dengan arah aliran dari bawah ke atas (Up Flow) dilakukan dengan memanfaatkan sistem gravitasi atau tanpa menggunakan pompa. Saringan pasir lambat “Up Flow” ini mempunyai keunggulan dalam hal pencucian media saring yang konvensional. Kapasitas pengolahan dapat dirancang dengan berbagai macam ukuran sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan (Rachmat Quddus, 2014).

Dengan sistem penyaringan dari arah bawah ke atas (Up Flow) , jika saringan telah jenuh atau buntu, dapat dilakukan pencucian dengan cara membuka kran penguras. Air bersih dimasukkan dari atas kemudian endapan akan turun dengan sendirinya dan keluar melalui kran. Dengan demikian pencucian tidak memerlukan tenaga untuk mengeruk dan memasangnya kembali serta dapat dilakukan kapan saja. Kapasitas dapat dirancang sesuai dengan kebutuhan (Heltina, 2012).

## 5. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut (soluble) yang ada dalam larutan oleh permukaan benda penyerap di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerapnya (Sembiring dkk, 2003). Adsorpsi terjadi pada permukaan akibat gaya-gaya atom dan molekul-molekul pada permukaan tersebut. Zat yang menyerap disebut adsorben, sedangkan zat yang terserap disebut adsorbat. Adsorben dapat berupa zat padat maupun zat cair. Adsorben padat diantaranya adalah silika gel, alumina, platina halus, selulosa, dan arang aktif. Adsorbat dapat berupa zat padat, zat cair, dan gas.

Zat pengadsorpsi (adsorben) adalah material yang sangat berpori. Lokasi proses adsorpsi terjadi pada dinding-dinding pori-pori atau letak-letak tertentu dalam partikel adsorben. Karena pori-pori itu biasanya sangat kecil, luas permukaan dalam menjadi beberapa orde lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan berat molekul atau karena perbedaan polaritas menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan itu lebih erat daripada molekul-molekul lainnya.

Berdasarkan gaya tarik molekul dan adsorbat maka adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia (Sinly dan Johan, 2007) :

- a) Adsorpsi fisik, yaitu adsorpsi yang disebabkan adanya gaya van der Waals antara permukaan adsorben dengan permukaan adsorbat (penyebab terjadinya kondensasi gas untuk membentuk cairan yang

ada pada permukaan adsorben).

- b) Adsorpsi kimia, yaitu adsorpsi yang disebabkan adanya reaksi kimia antara zat yang diserap dengan adsorben sehingga banyaknya zat yang teradsorpsi tergantung pada sifat khas padatnya, dengan kata lain melibatkan ikatan kovalen sebagai hasil penggunaan elektron bersama oleh permukaan senyawa kimia.

Adsorpsi baik adsorpsi fisik maupun kimia dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu kontak, karakteristik adsorben, ukuran molekul adsorben, luas permukaan adsorben, kelarutan adsorben, temperatur dan pH. Pada adsorpsi larutan oleh padatan akan sangat dipengaruhi oleh ikatan Van der Waals, ikatan hidrogen, pertukaran ion dan ikatan kovalen. Semakin kuat ikatannya, maka zat yang teradsorpsi (adsorbat) semakin susah terlepas dari adsorbennya. Jumlah maksimum adsorbat yang teradsorpsi pada tiap gram permukaan adsorbennya disebut dengan kapasitas adsorpsi.

Karbon aktif adalah suatu bahan sejenis adsorben (penyerap) berwarna hitam, berbentuk granular, butir ataupun bubuk yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 200 sampai 2000 m<sup>2</sup>/g. Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan adsorben lainnya. Luas permukaan yang besar ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan

untuk menyerap (Sudibandriyo, 2003). Adapun beberapa jenis media karbon yang bisa digunakan untuk adsorpsi yaitu

a) Arang Aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Arang aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk uap atau larutan. Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik organik atau anorganik, tetapi yang biasa beredar dipasaran berasal dari tempurung kelapa, kayu, dan batubara. Proses pembuatan arang aktif dari arang. Proses pembuatan arang aktif dilakukan dengan cara destilasi kering yaitu pembakaran tanpa adanya oksigen pada temperatur tinggi (Hiroyuki, Hayati, 2011).

Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi. Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Sifat yang kedua arang aktif yaitu sifat serapan. Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif, tetapi kemampuannya untuk menyerap berbeda untuk masing-masing senyawa (Hiroyuki, Hayati, 2011).

## b) Arang Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar.

Untuk lebih memudahkan diversifikasi penggunaan sekam, maka sekam perlu dipadatkan menjadi bentuk yang lebih sederhana, praktis dan tidak voluminous. Bentuk tersebut adalah arang sekam maupun briket arang sekam. Pembuatan arang sekam padi dimaksudkan untuk memperbaiki sifat fisik sekam agar lebih mudah ditangani dan dimanfaatkan lebih lanjut.

Pemanfaatan sekam padi sebagai salah satu adsorben alami karena secara komposisi kimia, sekam padi memiliki kadar karbon (arang) sebesar 1,33% dan silica 16,98% (Junaedi, 2015). Dia juga menambahkan bahwa arang sekam padi mampu menyerap ion logam berat jenis timbal (Pb) selama 120 menit dengan nilai efisiensi mencapai nilai 34,01%. Selain timbal, arang sekam padi juga dapat menghilangkan ion nikel (Ni) dan juga besi (Zn) dalam perairan (Taha dkk, 2014).

## 6. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penyaringan

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses filtrasi antara lain (Joko,2010) :

### a) Debit

Debit yang terlalu besar menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien sehingga proses filtrasi tidak dapat terjadi dengan sempurna, akibat adanya aliran air yang terlalu cepat dalam melewati rongga diantara butiran media pasir. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi saat melewati rongga antar butiran menyebabkan partikel-partikel yang terlalu halus yang tersaring akan lolos. Debit yang lebih kecil dapat menurunkan kesadahan ( $\text{CaCO}_3$ ) lebih banyak karena waktu kontak air dengan media lebih lama.

### b) Ketebalan Media

Ketebalan media akan menentukan lamanya pengaliran dan daya saring. Ketebalan media sangat mempengaruhi waktu kontak dan bahan penyaring. Semakin tebal lapisan filter maka akan semakin lama waktu kontak air dengan lapisan media filter, sehingga kualitas air hasil penyaringan semakin baik. Ketebalan media filter arang aktif yang paling efektif dalam menurunkan kadar kesadahan mata air adalah 60 cm, efektivitas penurunan kadar kesadahan sebesar 72.71%. (Umi Bujawati, 2013)

### c) Media

Media yang terlalu kasar atau terlalu halus akan menimbulkan variasi dalam ukuran rongga antar butir. Ukuran pori yang terlalu besar akan

menyebabkan lolosnya partikel-partikel halus yang disaring. Lubang pori yang terlalu halus akan meningkatkan kemampuan menyaring partikel dan juga dapat menyebabkan *clogging* (penyumbatan pori oleh partikel-partikel halus yang tertahan) yang terlalu cepat. Semakin halus butiran yang digunakan sebagai media penyaring semakin baik air yang dihasilkan. Media yang digunakan sebagai proses *ion exchange* yaitu

#### 1) Zeolit

Zeolit merupakan material yang memiliki banyak kegunaan. Zeolit telah banyak diaplikasikan sebagai penukar ion, dan sebagai katalis. Zeolit adalah mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  yang saling berhubungan oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga, yang didalamnya terisi oleh ion-ion logam, biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Struktur pori pada zeolit mampu diaplikasikan sebagai katalis, sifat ion exchange yang dimiliki memperkuat sifat katalis tersebut.

Air sadah yang dilewatkan zeolit akan mengalami penukaran ion. Ion Ca dan Mg ditukar dengan ion Na dalam zeolite dan berlangsung terus menerus hingga ion Na habis dan zeolite

telah jenuh.

d) Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan lama waktu yang dibutuhkan oleh air untuk bisa kontak dengan media filter. Waktu kontak yang digunakan akan berpengaruh terhadap hasil filtrasi. Semakin lama waktu kontak yang digunakan antara air dengan media filter maka kualitas air setelah kegiatan filtrasi akan semakin membaik. Semakin lama proses adsorpsi semakin banyak substansi penyebab kesadahan yang diikat oleh media filter (Asmadi, 2011). Persentase penurunan kesadahan air sumur artesis setelah melewati karbon aktif tertinggi pada lama kontak 40 menit Ulfa Nurullita (2010).

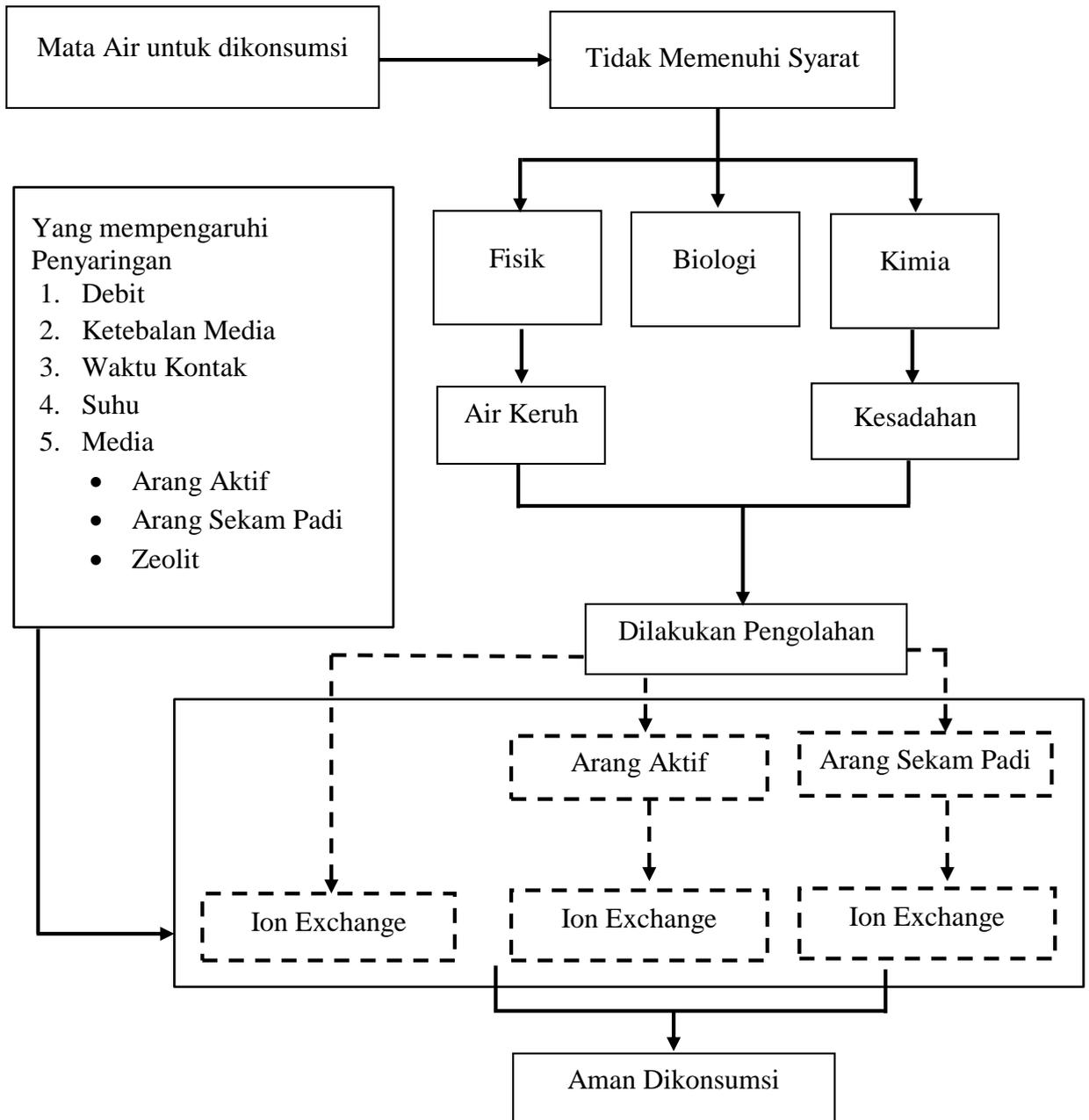
e) Suhu

Suhu akan mempengaruhi kecepatan reaksi kimia. Suhu yang baik untuk proses filtrasi antara 20-30°C.

f) Diameter Media

Diameter butiran filter semakin kecil diameter butiran maka akan menyebabkan celah antara butiran akan rapat sehingga kecepatan penyaringan semakin pelan sehingga kualitas penyaringan semakin baik.

**B. Kerangka Konsep**



Gambar 1. Kerangka Konsep

Keterangan :

————— : Tidak diteliti

- - - - - : Diteliti

### **C. Hipotesis**

1. Adanya penurunan kesadahan yang yang lebih besar saat dilakukan penyaringan menggunakan adsorben sebelum proses *ion exchange* terlebih dahulu.
2. Adanya rata-rata penurunan kesadahan setelah dilakukan penyaringan menggunakan media arang aktif sebelum proses *ion exchange*
3. Adanya rata-rata penurunan kesadahan setelah dilakukan penyaringan menggunakan media arang sekam padi sebelum proses *ion exchange*

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan *True Experiment* dengan rancangan *Pretest-Posttest Control Group Design* yaitu terdapat dua kelompok yang dipilih secara acak/ random, kemudian diberi pretest untuk mengetahui keadaan awal adakah perbedaan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (Sugiyono, 2012).

#### B. Desain Penelitian

Desain penelitian digambarkan sebagai berikut :

	Pretest	Experiment	Posttes
Kontrol	O <sub>0</sub>	-	O <sub>0</sub> '
Perlakuan 1	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub> '
Perlakuan 2	O <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> '

Keterangan :

- O<sub>0</sub> : Kadar Kesadahan sampel air sebelum perlakuan
- O<sub>1</sub> : Kadar Kesadahan sampel air sebelum perlakuan dengan arang aktif sebelum proses *ion exchange*
- O<sub>2</sub> : Kadar Kesadahan sampel air sebelum perlakuan dengan arang sekam padi sebelum proses *ion exchange*
- X<sub>1</sub> : Perlakuan menggunakan arang aktif sebelum proses *ion exchange*
- X<sub>2</sub> : Perlakuan menggunakan arang sekam padi sebelum proses *ion exchange*

- $O_0'$  : Kadar Kesadahan sampel air setelah perlakuan
- $O_1'$  : Kadar Kesadahan setelah perlakuan dengan arang aktif sebelum proses *ion exchange*
- $O_2'$  : Kadar Kesadahan setelah perlakuan dengan arang sekam padi pada proses *ion exchange*

### C. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah mata air di kalurahan Jatimulyo yang memiliki kesadahan keras berlokasi di Pringtali, Jatimulyo, Girimulyo, Kulon Progo

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *grap sampling* yaitu pengambilan sampel yang dilakukan terhadap sebagian populasi dan dianggap representatif populasi karena memiliki sifat homogen dalam populasi tersebut.

Frekuensi (banyaknya) suatu perlakuan yang akan dilakukan dalam percobaan adalah sebanyak 6 kali. Sebagai suatu patokan, jumlah ulangan dianggap telah cukup baik bila memenuhi persamaan  $(t - 1) (r - 1) \geq 15$  (Hanafiah, 2016). Dengan Waktu kontak selama 40 menit.

### D. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

#### 1. Variabel Bebas

Variable bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan arang

Definisi Operasional

Penggunaan arang adalah arang aktif setebal 60 cm dan arang sekam padi setebal 60 cm

Skala : Nominal

Satuan : cm

## 2. Variabel terikat

Variabel terikat penelitian ini adalah penurunan kesadahan air

Definisi operasional adalah perbandingan selisih kadar kesadahan yang terkandung dalam mata air sebelum dan sesudah dilakukan adsorpsi sebelum proses *ion exchange* menggunakan arang aktif dan pertukaran ion dengan zeolit diperoleh dari pemeriksaan sanitarian kit.

Skala : Ratio

Satuan : mg/l

## 3. Variabel Pengganggu dan Pengendali

### a. Diameter media

Definisi Operasional :

Diameter media yang digunakan dikendalikan dengan menetapkan diameter yang sama yaitu 0,5-1,5 cm

### b. Ketebalan media

Definisi Operasional :

Ketebalan media dapat dikendalikan dengan menggunakan ketebalan yang sama yaitu 60 cm, menggunakan pipa PVC.

## c. Debit

Definisi Operasional :

Debit aliran air adalah kecepatan air yang mengalir setiap menit yaitu kontrol = 45 ml/ menit, perlakuan 1 = 83 ml/ menit, perlakuan 2 = 85/ menit (lampiran 2). Kecepatan debit aliran air dapat diatasi dengan mengatur bukaan pada kran.

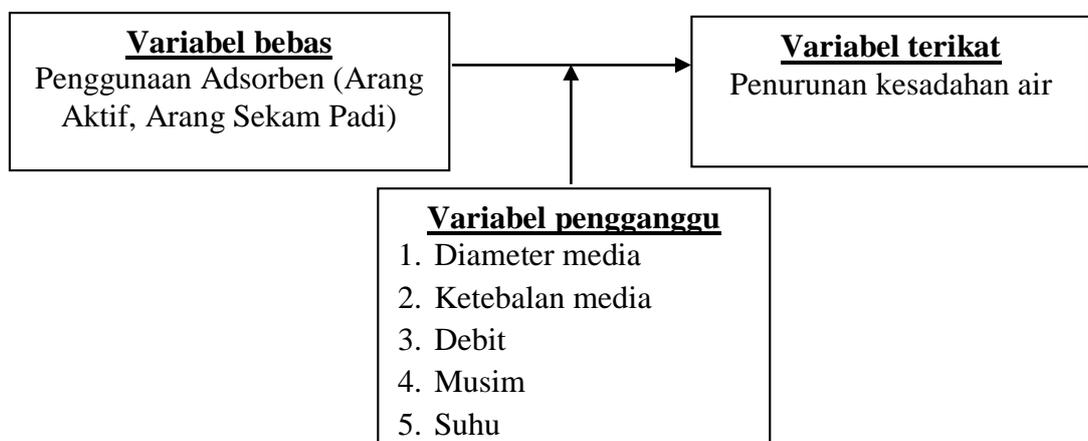
## d. Musim

Pengambilan sampel dari mata air yang dilakukan pada musim penghujan maka kadar kesadahan air cenderung rendah dan sebaliknya bila pada musim kemarau. Maka dari itu, musim cukup mempengaruhi kadar kesadahan sehingga pada saat pengambilan sampel harus dilakukan pada saat hari tidak hujan.

## e. Suhu

Suhu yang baik untuk proses penyaringan antara 20-30°C.

### E. Skema Hubungan Antar Variabel



Gambar 2. Skema Hubungan Antar Variabel

## **F. Prosedur Penelitian**

### 1. Tahap Persiapan

- a. Melakukan perijinan kepada dukuh guna keperluan penelitian
- b. Survey pendahuluan dengan pengambilan sampel air secara grap sampling untuk pemeriksaaan kesadahan menggunakan sanitarian kit.
- c. Menyiapkan alat dan bahan

#### 1) Alat

- a) Bak reservoir ukuran 50 liter
- b) Grindo dan mata grindo
- c) Meteran
- d) Bor dan mata bor
- e) Spidol
- f) Lem pipa
- g) TBA
- h) Stop Kran  $\frac{1}{2}$  inci
- i) Shock dart luar dan dalam  $\frac{1}{2}$  inci
- j) Botol sampel

#### 2) Alat dan bahan absorban

- a) Pipa PVC ukuran  $\frac{1}{2}$  inci
- b) Knee ukuran  $\frac{1}{2}$  inci
- c) Tutup Pipa PVC ukuran 3 inci
- d) Pipa PVC ukuran 3 inci

- e) Arang aktif
- f) Arang Sekam padi
- 3) Alat dan bahan *ion exchange*
  - a) Pipa PVC ukuran 3 inci
  - b) Tutup pipa ukuran 3 inci
  - c) Pipa PVC ukuran ½ inci
  - d) Knee ukuran ½ inci
  - e) Zeolit
- 4) Alat dan bahan untung menghitung debit
  - a) Stop watch
  - b) Gelas ukur
  - c) Sampel Air
- 5) Alat dan bahan untuk pemeriksaan sampel
  - a) Photometer ZE-200
  - b) Tablet Hardicol N0.1
  - c) Tablet Hardicol No.2
  - d) Tabung Reaksi 10 cm
- d. Mengayak Zeolit, Arang Aktif
  - a) Arang aktif 0,5-1,5 cm
  - b) Zeolit 0,5-1,5 cm
  - c) Arang sekam padi
- e. Mencuci zeolite, arang aktif, arang sekam padi hingga bersih kemudian dijemur hingga kering.

- f. Merangkai penyaring adsorben
- a) Memotong pipa PVC 3 inci sepanjang 80 cm
  - b) Melubangi pipa PVC 3 inci pada bagian bawah sebagai inlet dan bagian atas pada outlet.
  - c) Menutup pipa dengan tutup pipa PVC ukuran 3 inci, memasang pipa PVC ukuran  $\frac{1}{2}$  inci di inlet pada bagian bawah dan outlet dibagian atas.
  - d) Memasukan arang aktif pada pipa PVC ukuran 3 inci setinggi 60 cm.
  - e) Memasukan arang sekam padi pada pipa PVC ukuran 3 inci yang lain setinggi 60 cm.
  - f) Memasang sambungan T pada pipa yang terhubung dengan tendon dengan sambungan 1 yang terhubung dengan penyaring adsorben dan sambungan 2 sebagai kran pre test
- g. Merangkai penyaring *ion exchange*
- a) Memotong pipa PVC 3 inci sepanjang 80 cm
  - b) Melubangi pipa PVC 3 inci pada bagian bawah sebagai inlet dan bagian atas pada outlate.
  - c) Menutup pipa dengan tutup pipa PVC ukuran 3 inci, memasang pipa PVC ukuran  $\frac{1}{2}$  inci di inlet pada bagian bawah dan outlet dibagian atas.
  - d) Memasukan zeolit pada pipa PVC ukuran 3 inci setinggi 60 cm.

- e) Memasang sambungan knee pada pipa yang terhubung dengan penyaring adsorben kemudian menyambungkan ke pipa inlet dan air akan keluar melalui pipa outlet

## 2. Tahap Pelaksanaan

### a. Menentukan volume air tumpah

- 1) Memasukan air ke pipa PVC ukuran 3 inci setinggi 80 cm, kemudian memasukan media arang aktif kedalam pipa sampai ketinggian 60 cm. Menghitung volume air yang tumpah dengan gelas ukur
- 2) Memasukan air ke pipa PVC ukuran 3 inci setinggi 80 cm, kemudian memasukan media arang sekam padi kedalam pipa sampai ketinggian 60 cm. Menghitung volume air yang tumpah dengan gelas ukur
- 3) Memasukan air ke pipa PVC ukuran 3 inci setinggi 80 cm, kemudian memasukan media zeolit kedalam pipa sampai ketinggian 60 cm. Menghitung volume air yang tumpah dengan gelas ukur
- 4) Menghitung debit kontrol, perlakuan 1 dan perlakuan 2 (lampiran 2)

### b. Perlakuan Kontrol

- 1) Mengisi bak reservoir dengan air dari mata air

- 2) Mengambil 100 ml sampel air untuk dilakukan pemeriksaan kesadahan pretest diambil melalui kran pre test sebelum masuk ke perlakuan
  - 3) Membuka stop kran untuk mengatur debit aliran berdasarkan waktu kontak yang telah ditentukan yaitu 45 ml/ menit selama 40 menit kemudian mengalirkan air dari reservoir ke langsung proses ion exchange
  - 4) Membuka kran outlet untuk diambil sampel post test untuk dilakukan uji dengan sanitaria kit.
  - 5) Selanjutnya dilakukan perlakuan mulai dari point 3 sampai 4 sebagai pengulangan sampai pengulangan ke-6.
  - 6) Ketika dilakukan pengulangan media yang digunakan terlebih dahulu diganti dengan yang baru
- c. Penyaringan menggunakan arang aktif sebelum proses *ion exchange*
- 1) Mengisi bak reservoir dengan air dari mata air
  - 2) Mengambil 100 ml sampel air untuk dilakukan pemeriksaan kesadahan pretest diambil melalui kran pre test sebelum masuk ke perlakuan
  - 3) Membuka stop kran untuk mengatur debit aliran berdasarkan waktu kontak yang telah ditentukan yaitu 83 ml/ menit selama 40 menit kemudian mengalirkan air dari reservoir ke alat penyaringan arang aktif sebelum proses ion exchange

- 4) Membuka kran outlet untuk diambil sampel post test untuk dilakukan uji dengan sanitaria kit.
- 5) Selanjutnya dilakukan perlakuan mulai dari point 3 sampai 4 sebagai pengulangan sampai pengulangan ke-6.
- 6) Ketika dilakukan pengulangan media yang digunakan terlebih dahulu diganti dengan yang baru

d. Penyaringan menggunakan arang sekam padi sebelum *proses ion exchange*

- 1) Mengisi bak reservoir dengan air dari mata air
- 2) Mengambil 100 ml sampel air untuk dilakukan pemeriksaan kesadahan pretest diambil melalui kran pre test sebelum masuk ke perlakuan
- 3) Membuka stop kran untuk mengatur debit aliran berdasarkan waktu kontak yang telah ditentukan yaitu 85 ml/ menit selama 40 menit kemudian mengalirkan air dari reservoir ke alat penyaringan arang sekam padi sebelum proses ion exchange
- 4) Membuka kran outlet untuk diambil sampel post test untuk dilakukan uji dengan sanitaria kit.
- 5) Selanjutnya dilakukan perlakuan mulai dari point 3 sampai 4 sebagai pengulangan sampai pengulangan ke-6.
- 6) Ketika dilakukan pengulangan media yang digunakan terlebih dahulu diganti dengan yang baru

e. Pemeriksaan Kesadahan Total Pengujian Hardicol

- 1) Memasukan sampel air kedalam tabung reaksi 10 ml.
- 2) Menghancurkan reagen Hardicol No 1, kemudian memasukan kedalam botol berisikan sampel, aduk hingga merata dan terlarut
- 3) Menambahkan reagen Hardicol No 2 (hancurkan terlebih dahulu), diaduk hingga merata dan terlarut
- 4) Menunggu selama 2 menit untuk perubahan warna
- 5) Menyalakan Photometer ZE-200 dan pilih Phot 15

3. Tahap Pembuatan Laporan

Dilakukan perhitungan selisih kesadahan air sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan arang aktif dan arang sekam padi sebelum proses ion exchange.

## **G. Instrumen Penelitian**

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah rangkaian alat menggunakan pipa PVC 3 inci dengan panjang 80 cm. Adsoeben berisi arang aktif setebal 60 cm, arang sekam padi 60 cm dan filter berisi zeolite setebal 60 cm.
2. Pengukuran kesadahan dilakukan menggunakan sanitarian kit. Data hasil pemeriksaan sebelum dan sesudah pengolahan kemudia dicatat di dummy table.

## H. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara:

### 1. Deskriptif

Data yang diperoleh yaitu kesadahan mata air di kalurahan Jatimulyo disajikan dalam table untuk mengetahui selisi hasil pemeriksaan sampel sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan arang aktif dan rang sekam padi yang kemudian dianalisis secara deskriptif berdasarkan perhitungan persentasenya.

### 2. Analitik

Data yang diperoleh akan dianalisa menggunakan program *SPSS 21.0 for windows*. Pertama melakukan uji normalitas terhadap data yang diperoleh menggunakan uji *Saphiro Wilk* (karena jumlah data  $<50$ ), untuk mengetahui data tersebut berdistribusi normal atau tidak, jika data berdistribusi normal dan homogeny maka uji statistic yang digunakan adalah *One Way Anova* dengan taraf signifikan  $\alpha = 0,05$ . Analisa dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kemampuan menurunkan tingkat kesadahan air setelah perlakuan penggunaan adsorben sebelum proses *ion exchange*.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Kalurahan Jatimulyo merupakan salah satu wilayah kapanewon Girimulyo kabupaten Kulon Progo yang terletak pada ketinggian 700 meter diatas permukaan air laut dengan batas wilayah bagian selatan dengan Kapanewon Pengasih, sebelah barat dengan kalurahan Giripurwo, sebelah timur Kabupaten Purworejo dan sebelah utara dengan Kapanewon Samigaluh. Berdasarkan data dari Puskesmas Girimulyo II sebagian besar warga menggunakan mata air untuk dikonsumsi.

Berdasarkan keterangan warga, mata air yang biasa digunakan untuk keperluan sehari-hari memiliki kecenderungan kandungan kapur yang tinggi. Hal ini dibuktikan dengan adanya kapur pada air mata air yang dimasak dan diendapkan serta adanya kerak pada peralatan dapur. Selain itu, warga juga mengeluhkan pipa yang digunakan untuk mengalirkan air dari mata air sering tersumbat oleh kerak.

#### **B. Hasil Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Kalurahan Jatimulyo, Kapanewon Girimulyo, Kabupaten Kulon Progo pada bulan Desember 2020. Sampel penelitian ini adalah air dari mata air dengan kesadahan  $> 200$  mg/L yang diambil dari bak sebelum dan sesudah melewati media adsorben (arang aktif dan arang sekam padi) sebelum proses *ion exchange*. Banyaknya sampel pada

penelitian ini adalah 36 Sampel terdiri dari 18 sampel pretest dan 18 sampel posttest. Pemeriksaan kesadahan dilakukan dengan menggunakan sanitarian kit. Hasil penelitian berupa air hasil pengolahan menggunakan adsorben arang aktif dan arang sekam padi sebelum proses *ion exchange* dengan parameter kesadahan dengan satuan mg/L. Pengumpulan data diperoleh dengan cara pengujian hardicol menggunakan sanitarian kit (Photometer Inscienpro ZE-200). Hasil pengukuran parameter kesadahan air adalah sebagai berikut :

Penyaringan tidak menggunakan adsorben, langsung pada proses *ion exchange* menggunakan zeolit, Penyaringan menggunakan arang aktif sebagai adsorben sebelum proses *ion exchange*, Penyaringan menggunakan arang sekam padi sebagai adsorben sebelum proses *ion exchange*. Perolehan hasil penurunan kadar kesadahan diperoleh dari pengurangan antara kadar kesadahan sebelum (pre) dan sesudah (post) penyaringan.

## 1. Analisis Deskriptif

### a. Penurunan Kesadahan

Hasil pemeriksaan penurunan kesadahan air dengan langsung proses *ion exchange* dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Kesadahan Sebelum dan Sesudah langsung proses *ion exchange*

<b>Pengulangan</b>	<b>Pre (mg/l)</b>	<b>Post (mg/l)</b>	<b>Selisih (mg/l)</b>	<b>Presentase (%)</b>
<b>1</b>	280	130	150	53,6
<b>2</b>	280	135	145	51,8
<b>3</b>	280	140	140	50,0
<b>4</b>	280	130	150	53,6

<b>5</b>	280	135	145	51,8
<b>6</b>	280	135	145	51,8
<b>Jumlah</b>	1680	805	875	
<b>Rata-Rata</b>	280	134,2	145,8	52,1

Berdasarkan hasil pemeriksaan kesadahan air yang tersaji dalam Tabel 4 diketahui bahwa kesadahan air mengalami penurunan setelah dilakukan proses *ion exchange* menggunakan zeolit terjadi penurunan rata-rata sebesar 145,8 mg/l (52,1 %).

Hasil pemeriksaan penurunan kesadahan air dengan perlakuan menggunakan Arang aktif sebelum proses *ion exchange* dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Kesadahan Sebelum dan Sesudah Perlakuan Menggunakan Arang aktif sebelum proses *ion exchange*

<b>Pengulangan</b>	<b>Pre (mg/l)</b>	<b>Post (mg/l)</b>	<b>Selisih (mg/l)</b>	<b>Presentase (%)</b>
<b>1</b>	280	55	225	80,4
<b>2</b>	280	50	230	82,1
<b>3</b>	280	60	220	78,6
<b>4</b>	280	55	225	80,4
<b>5</b>	280	55	225	80,4
<b>6</b>	280	50	230	82,1
<b>Jumlah</b>	1680	325	1355	
<b>Rata-Rata</b>	280	54,2	225,8	80,7

Berdasarkan hasil pemeriksaan kesadahan air yang tersaji dalam Tabel 5 diketahui bahwa kesadahan air mengalami penurunan setelah diberi perlakuan menggunakan arang aktif pada proses *ion exchange*. Dari perlakuan ini terjadi penurunan rata-rata sebesar 225,8 mg/l (80,7 %).

Hasil pemeriksaan penurunan kesadahan air dengan perlakuan menggunakan arang sekam padi sebelum proses *ion exchange* dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Kesadahan Sebelum dan Sesudah Perlakuan Menggunakan Arang Sekam Padi sebelum proses *ion exchange*

Pengulangan	Pre (mg/l)	Post (mg/l)	Selisih (mg/l)	Presentase (%)
1	280	80	200	71,4
2	280	85	195	69,6
3	280	80	200	71,4
4	280	90	190	67,9
5	280	85	195	69,6
6	280	80	200	71,4
<b>Jumlah</b>	1680	500	1180	
<b>Rata-Rata</b>	280	83,3	196,7	70,2

Berdasarkan hasil pemeriksaan kesadahan air yang tersaji dalam Tabel 6 diketahui bahwa kesadahan air mengalami penurunan setelah diberi perlakuan menggunakan arang sekam padi pada proses *ion exchange*. Dari perlakuan ini terjadi penurunan rata-rata sebesar 196,7 mg/l (70,2 %).

Terdapat perbedaan penurunan kesadahan antar masing-masing perlakuan. Selisih penurunan kesadahan air antar masing-masing kelompok perlakuan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 7. Selisih Penurunan Kesadahan Air Antar Masing- Masing Perlakuan

<b>Perlakuan</b>	<b>Selisih (mg/l)</b>	<b>Presentase (%)</b>
Langsung proses <i>ion exchange</i>	145,8	52,1
Menggunakan Arang aktif sebelum proses <i>ion exchange</i>	225,8	80,7
Menggunakan Arang Sekam Padi sebelum proses <i>ion exchange</i>	196,7	70,2

Berdasarkan hasil selisih antar pemeriksaan kesadahan air yang tersaji dalam Tabel 7 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan arang aktif atau sekam sebagai adsorben lebih banyak mengurangi kesadahan dari pada tidak menggunakan adsorben. Bila menggunakan adsoeben bisa menurunkan kesadahan sebesar 70,2% - 80,7%. Dan penggunaan arang aktif sebelum proses *ion exchange* lebih banyak mengurangi kesadahan (80,7%) dari pada arang sekam padi (70,2%).

## 2. Analisis Analitik

Data yang terkumpul dilakukan analisis secara analitik menggunakan *Shapiro-Wilk* (karena data kurang dari 30) untuk mengetahui normalitas data dan dilanjutkan dengan uji Homogenitas untuk mengetahui data homogen atau tidak kemudian dilanjutkan uji *One Way Anava* dengan derajat kepercayaan 95 % ( $\alpha < 0,05$ ).

Berdasarkan uji normalitas data menunjukkan bahwa nilai *Asymp. Sig* secara berurutan dari langsung *ion exchange*, Arang aktif sebelum proses *ion exchange*, Arang sekam padi sebelum proses *ion exchange* yaitu (0,212), (0,212) dan (0,091)  $p > 0,05$  artinya data penurunan kesadahan setelah dilakukan perlakuan berdistribusi normal. Hasil uji normalitas dapat dilihat di pada Lampiran 4.

Berdasarkan dari uji homogenitas data menunjukkan bahwa nilai *Levene statistic* sebesar 0,129 dengan signifikan sebesar 0,880 lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa data yang dihasilkan bersifat homogeny. Hasil uji homogenitas dapat dilihat di pada Lampiran 4.

Hasil uji *One Way Anova* digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan penurunan kesadahan pada perlakuan menggunakan adsorben sebelum proses *ion exchange*. Berdasarkan dari uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa nilai data selisih penurunan kesadahan air antar perlakuan didapatkan nilai *Sig.*  $< 0,001$  lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  yang berarti ada perbedaan yang bermakna antar selisih penurunan kesadahan

sehingga ada pengaruh penggunaan adsorben sebelum proses *ion exchange*. Hasil uji *One Way Anova* dapat dilihat di pada Lampiran 4.

### C. Pembahasan

Pengolahan air dari mata air yang telah ada di kalurahan Jatimulyo untuk mengatasi kesadahan air adalah dengan perebusan dan mengendapkan air selama semalam kemudian disaring dengan kain. Air yang ditampung umumnya digunakan untuk keperluan sehari-hari, karena masyarakat menganggap air yang ditampung belum cukup dianggap layak untuk dikonsumsi sebagai air layak minum.

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2020 – Januari 2021 dihitung dari pembuatan proposal penelitian hingga penelitian selesai dilaksanakan dan didapatkan data. Pengambilan sampel air dari mata air sumitro dan pemeriksaan kesadahan air dilakukan di Puskesmas Girimulyo 2 dengan Sanitarian Kit.

Kesadahan air dapat diturunkan melalui penyaringan dengan pertukaran ion. Penyaringan adalah suatu cara memisahkan padatan dari air. Penelitian ini menggunakan zeolit sebagai penukar ion, arang aktif dan arang sekam padi sebagai adsorben dengan ketebalan setiap media 60 cm. Dengan rangkaian penyaringan langsung proses *ion exchange*, menggunakan arang aktif sebelum proses *ion exchange*, menggunakan arang sekam padi sebelum proses *ion exchange*. Waktu kontak air dengan media ditetapkan selama 40 menit. Dilakukan pengulangan 6 kali untuk masing-masing perlakuan.

Sistem penyaringan pada penelitian ini berupa saringan pasir lambat *up flow* dengan debit kontrol 45 ml/ menit, arang aktif 83 ml/ menit dan arang sekam padi 85 ml/ menit

Tabel 5 dan 6 menunjukkan penurunan kesadahan yang lebih banyak dari pada perlakuan pada tabel 4. Pemeriksaan kesadahan menggunakan metode Pengujian Hardicol didapatkan hasil untuk penurunan kesadahan yaitu langsung proses *ion exchange* (52,1%), menggunakan arang aktif sebelum proses *ion exchange* (80,7%), menggunakan arang sekam padi pada proses *ion exchange* (70,2%). Terjadi penurunan kesadahan dimasing-masing perlakuan. Dimana menggunakan adsorben pada proses *ion exchange* lebih besar penurunannya dari pada tidak menggunakan adsorben (langsung proses *ion exchange*) hal ini dibuktikan pada tabel uji *One Way Anova* dimana nilai Sig antara langsung proses *ion exchange* dengan arang aktif pada proses *ion exchange* didapatkan .Sig. <,001 lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  yang berarti bahwa ada perbedaan hasil penurunan kesadahan bila menggunakan adsorben pada proses *ion exchange*.

Kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation- kation yang bervalensi, seperti Fe, Sr, Mn, Ca dan Mg, tetapi penyebab utama dari Kesadahan adalah Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Kalsium dalam air mempunyai kemungkinan bersenyawa dengan Bikarbonat, Sulfat, Khlorida dan Nitrat, sementara itu Magnesium dalam air kemungkinan bersenyawa dengan Bikarbonat, Sulfat dan Khlorida (Marsidi, 2001). Kesadahan dapat dikurangi dengan pertukaran ion. Dalam proses pertukaran ion apabila

elektrolit terjadi kontak langsung media penukar ion akan terjadi pertukaran secara stokiometri yaitu sejumlah ion-ion yang dipertukarkan dengan ion-ion yang muatannya sama pula dengan jumlah yang sebanding. Proses tersebut yang membuat kadar kesadahan pada mata air menjadi turun saat kontak langsung dengan media *ion exchange*.

Pada penelitian ini air sebelum dialirkan ke media *ion exchange* terlebih dahulu diberi perlakuan dengan dialirkan ke media adsorben sehingga terjadi penyerapan bahan-bahan organik didalam air. Penelitian Hulaimah (2019) air yang dikontakan dengan karbon aktif, yang dilakukan dengan cara menyaring dengan metode karbon aktif. Dapat mengurangi kesadahan dikarenakan karbon dapat berperan sebagai adsorben yang menyerap zat-zat yang terkandung didalam air. Selama penyaringan sebelum kontak dengan media *ion exchange*, koloid tersuspensi dalam air akan tertahan dalam media porous pada adsorben sehingga media *ion exchange* bisa efektif melakukan pertukaran ion.

Penurunan kesadahan air dari mata air setelah dilakukan kontak dengan arang aktif atau arang sekam padi sebelum proses *ion exchange* bisa menurunkan kesadahan lebih besar dari pada langsung pada proses *ion exchange* karena arang aktif atau arang sekam padi berfungsi sebagai adsorben. Dimana arang sekam padi mengandung karbon sebesar 1,33 %. Sedangkan arang aktif mengandung karbon sebesar 85- 95%. Karbon aktif selain dapat menghilangkan bau dan warna pada air juga dapat menurunkan kesadahan. Arang sekam padi yang berperan sebagai adsorben menyebabkan

zat padat organik terlarut dalam mengalami penempelan pada permukaan media arang sekam padi sehingga air yang masuk dalam proses *ion exchange* dapat lebih bekerja secara maksimal sebagai pertukar ion karena tidak harus berperan sebagai media adsorben. Penukar ion yang digunakan pada proses *ion exchange* adalah zeolite. Dimana zeolit dapat digunakan sebagai media adsorben dan penukar ion sehingga apabila dilakukan proses adsorben terlebih dahulu dengan media arang, zeolite tidak berkerja ganda sehingga proses *ion exchange* dapat bekerja secara optimal.

Dari 2 media adsorben yang digunakan yaitu arang aktif dan arang sekam padi terdapat perbedaan dalam penurunan kesadahan. Arang aktif pada proses *ion exchange* sampel pre mendapatkan rata-rata 280 mg/l dan post kadar kesadahan dapat turun 54,2 mg/l angka tersebut menunjukkan penurunan kesadahan rata-rata sebesar 225,8 mg/l (80,7%). Arang sekam padi pada proses *ion exchange* sampel pre mendapatkan rata-rata 280 mg/l dan post kadar kesadahan dapat turun 83,3 mg/l angka tersebut menunjukkan penurunan kesadahan rata-rata sebesar 196,7 mg/l (70,2%). Untuk mencari penurunan kesadahan yang lebih banyak dilakukan perbandingan rata-rata penurunan arang aktif dan arang sekam padi, yang sebelumnya dihitung dari rata – rata penurunan adsorben dikurangi rata-rata kontrol di dapatkan hasil untuk arang aktif (28,6%) dan arang sekam padi (18,2%). Jadi perlakuan menggunakan Arang aktif sebelum proses *ion exchange* lebih banyak menurunkan kesadahan dari pada Arang sekam padi sebelum proses *ion exchange*.

Masyarakat didaerah pegunungan lebih banyak menggunakan mata air untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari sehingga sebelum penelitian mencari data terlebih dahulu ke Puskesmas dan didapatkan hasil kadar kesadahan 229 mg/l sedangkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan kesehatan air untuk keperluan Hygiene sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua* dan Pemandian Umum kadar kesadahan total yang diperbolehkan adalah 500 mg/l, tetapi air yang sudah diatas 200 mg/l termasuk keras. Sehingga air tersebut sebenarnya sudah tidak layak untuk dikonsumsi secara terus menerus, salah satu pemecahan masalah yang dapat dilakukan yaitu menurunkan kesadahan air dari mata air (Sumantri, 2010).

Pengolahan air sadah menggunakan penyaringan perlu memperhatikan waktu kontak. Semakin lama waktu kontaknya maka penurunan kesadahannya semakin tinggi. Karena kontak air dengan media adsorben dan *ion exchange* semakin lama.

Dampak yang timbul apabila air yang bersifat asam dikonsumsi secara terus menerus akan menyebabkan meningkatnya asam lambung dan air yang bersifat basa bila dikonsumsi terus menerus akan menyebabkan meningkatnya resiko serangan jantung karena perubahan patologis pada otot sel jantung.

Pada penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak enam kali dengan harapan hasil yang diperoleh berdistribusi normal. Pada setiap pengulangan dilakukan pergantian media adsorben dan media *ion exchange*.

Tujuan dilakukan pergantian karena ingin mengetahui fungsi media adsorben sebelum proses *ion exchange*.

Cara pengaplikasian penyaringan menggunakan adsorben pada proses *ion exchange* yaitu air yang sudah ditampung dalam ember, selanjutnya air sudah akan mengalir melalui pipa PVC ukuran 3 inci yaitu langsung proses *ion exchange*, menggunakan arang aktif sebelum proses *ion exchange*, menggunakan arang sekam padi sebelum proses *ion exchange*. Setelah mengalir sesuai dengan debit dan waktu kontak yang telah ditentukan, air sudah siap digunakan atau diketahui hasil penurunan kadarnya menggunakan metode pengujian Hardicol menggunakan sanitarian kit.

Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu perhari berkisar antara 150 – 200 liter. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan tergantung pada standar kehidupan dan kebiasaan masyarakat (Candra, 2006). Dalam waktu 1 menit penyaring dapat mengolah air sebanyak 83-85 ml/ menit. Dalam waktu 24 jam dapat mengolah 119.520 – 122.400 ml

Kebutuhan pokok minimal pemakaian air sendiri setiap orangnya mencapai 121 liter/ harinya. Pemakaian tersebut antara lain untuk minum, makan, cuci pakaian, mandi, bersih-sersih rumah dan keperluan ibadah. Maka berdasarkan penyaringan menggunakan adsorben pada proses *ion exchange* hanya dapat memenuhi kebutuhan 1 orang saja, sehingga perlu memperbesar debit aliran air dan merancang alat dengan volume yang lebih besar. Metode menggunakan adsorben pada proses *ion exchange* dapat menjadi salah satu upaya dalam memperbaiki kualitas air baku sehingga aman untuk dikonsumsi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

1. Ada penurunan kesadahan yang yang lebih besar saat dilakukan pengolahan menggunakan adsorben sebelum proses *ion exchange* terlebih dahulu (p-value = 0,001 < 0,05)
2. Penggunaan arang aktif sebelum proses *ion exchange* penurunan kesadahan sebesar 225,8 mg/L (80,7%) (p-value = 0,001 < 0,05) (rata – rata penurunan kesadahan perlakuan – kontrol = 28,6 %)
3. Penggunaan arang sekam padi pada proses *ion exchange* penurunan kesadahan sebesar 196,7 mg/L (70,2%) (p-value = 0,001 < 0,05) (rata – rata penurunan kesadahan perlakuan – kontrol = 18,2 %)
4. Media adsorben arang aktif (28,6 %) lebih besar menurunkan kesadahan dibandingkan dengan arang sekam padi (18,2 %)

#### **B. Saran**

1. Bagi masyarakat bila akan menggunakan alat ini dapat menambah ukuran diameter penyaring adsorben.
2. Bagi peneliti lain, meneliti berapa lama waktu jenuh dari penyaringan menggunakan adsorben pada proses *ion exchange*

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi, K., & Kasjono, H.S. (2011). *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta : Gosyen Publishing.
- Bujawati, U. (2013). *Pengaruh Ketebalan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Tingkat Kesadahan Air Di Wilayah Kerja Puskesmas Sudu Kabupaten Enrekang Tahun 2013*. Makasar : Jurnal Kesehatan Vol. 7 No. 1 dalam "<http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/kesehatan/article/view/949>" diakses pada tanggal 22 November 2020 pukul 17.40 WIB.
- Chandra. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Effendi. (2007). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanasius.
- Hanafiah, K. (2016) *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada
- Heltina. (2012). *Pengolahan Air Bersih dengan Proses Saringan Lambat UP FLOW di Kelurahan Muara Fajar Kecamatan Rumbai Pekanbaru. Laporan Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Riau* dalam <http://docplayer.info/50606625-Pengolahan-air-bersih-dengan-proses-saringan-pasir-lambat-up-flow-di-kelurahan-muara-fajar-kecamatan-rumbai-pekanbaru.html> diakses pada tanggal 22 November 2020 pukul 19.00 WIB.
- Hiroyuki, Hayati dan Atmoko. (2011). *Arang Aktif Sebagai Solusi Penghilang Bau Kandang Hewan Peliharaan dan Peternakan*. Penelitian Kreativitas Mahasiswa Institut Pertanian Bogor.
- Joko T. (2010). *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Junaedi, Nurul Fadhilah. (2015). *Efektifitas Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben*.
- Kemenkes RI. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam renang, Solus Per Aqua dan pemandian Umum*. Jakarta : Ditjen Per-UU Kemenkumham RI
- Kusnaedi. (2010). *Mengelola Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya

- Manalu. (2013). *Pengaruh Media Filtrasi dan Lama Kontak Terhadap Kesadahan Air dari Gunung Kapur Ciampea*. Skripsi Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Marsidi. (2001). *Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air*: Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol 2, No.1, dalam <http://ejurnal.bppt.go.id/ejurnal2011/index.php/JTL/article/view/198> diakses pada tanggal 3 November 2020 pukul 13.00 WIB
- Nurullita Ulfa. (2010). *Pengaruh Lama Kontak Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Persentase Penurunan Kesadahan Caco3 Air Sumur Artetis*. Semarang : Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol.6, No.1 dalam <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jkmi/article/view/139/120> diakses pada tanggal 22 November 2020 pukul 17.25 WIB.
- Qonita, Nur Hulaimah, dkk (2019). *Pengurangan Kesadahan Ca dan Mg dengan Karbon Aktif dan Pengaruhnya Terhadap Kelayakan Konsumsi Pada Air Tanah Di Dusun Sambirejo, Kelurahan Talakbroto, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali* dalam <http://repository.ugm.ac.id/275751/> diakses pada tanggal 3 November 2020 pukul 11.30 WIB.
- Rachmat Quddus. (2014). *Teknik Pengolahan Air Bersih dengan Sistem Saringan Pasir Lambat (Down Flow) yang Bersumber dari Sungai Musi*. Palembang: Jurnal Teknik Sipil dan lingkungan. Vol. 2, No. 4, dalam <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/1878/pdf> diakses pada tanggal 3 November 2020 pukul 11.30 WIB.
- Rahmawati, Ari (2018). *Efektivitas Berbagai Media Saring Untuk Menurunkan Kesadahan Di Desa Kalisari Kecamatan Rowokele Kabupaten Kebumen* dalam <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/829/> diakses pada tanggal 3 November 2020 pukul 11.30 WIB.
- Said, Nusa Idaman, dan Wahyono, Heru Dwi. (1999). *Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Biofilter Anaero-Aerob, Deputy 201 Bidang Teknologi, Informasi, energi, Material dan Lingkungan*, Jakarta : BPPT.
- Salika Elma, dkk (2016). *Efektivitas Arang Sekam Padi Terhadap Penurunan Kesadahan Air* dalam <https://adoc.pub/efektivitas-arang-sekam-padi-terhadap-penurunan-kesadahan-ai.html> diakses pada tanggal 22 November 2020 pukul 11.30 WIB.
- Sembiring, Meiliata Tryana dan Tuti Sarma, S, (2003), “Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)”, *USU Digital Library, Indonesia*, hal 1-9. 30

SNI (Standar Nasional Indonesia) No. 06-3730-1995. Arang aktif teknis. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Sinly, E.P., Johan, A.P. (2007). *Bioremoval, Metode Alternatif untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat*. Jurnal Lingkungan. Universitas Lampung.

Sudarmadji, Darmanto, D., Widyastuti, M., dan Lestari S., (2014). *Integrasi Teknologi dan Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Mata Air untuk Penyediaan Air Rumah tangga Berkelanjutan*. Yogyakarta : Laporan Penelitian Sekolah Pascasarjana UGM.

Sudibandriyo, M, 2003. Ph. *Dissertation : A Generalized Ono-KondoLattice Model for High Pressure on Carbon Adsorben* dalam <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20311088-S43263> Pembuatan%20karbon.pdf diakses 3 November 2020 pukul 11.30 WIB.

Sugiyono. (2012). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung : ALFABETA.

Sumantri. (2010). *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Sutrisno. 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. . Jakarta : Rineka Cipta.

Taha, Mohd F, Shuib, Anis Suhaila, Shaharun, Maizatul S, Borhan, Azry, Dass, Sarat Chandra, Guan, Beh Hoe, Yahya, Noorhana. (2014). Removal of Ni (II), Zn (II) and Pb (II) ions from single metal aqueous solution using rice husk-based activated carbon. Paper presented at the AIP Conference Proceedings. Aceh : Prosiding Seminar Nasional Biotik 2017 dalam <https://core.ac.uk/download/pdf/228451961.pdf> diakses pada 1 Desember 2020 pukul 19.30 WIB.

UU RI. (2004). *Sumber Daya Air*. Jakarta : Ditjen Per-UU Kemenkumham RI



LAPORAN HASIL UJI

No. 690/311

I. IDENTITAS GONTOH UJI

Nomor Contoh Uji : 490 B Pamdes Pringtali (Tulus) Pringtali Jatimulyo, Girimulyo  
Mikrobiologi/Pemilik/Alamat : 491 B Pamsimas Sotomoyo (Pari) Sotomoyo, Jatimulyo  
: 492 B Pamdes rotari (Pandi) Sibolong, Jatimulyo Tinto Wening  
: 493 B pamdes karanggede (Arif) Karanggede, Jatimulyo Marsudi Makmur  
Nomor Contoh Uji Kimia : 284 K Pamdes Pringtali (Tulus) Pringtali Jatimulyo, Girimulyo  
(Pet Pusk Girimulyo II)  
Pengambil Contoh Uji : Dita Ari K  
Tanggal diambil/diterima : 07 Juli 2020  
Tanggal Pengujian : 07 Juli s.d 24 Juli 2020  
Jenis Contoh Uji : Air Bersih (MA)  
Kode : NM.PL April

II. HASIL PENGUJIAN MIKROBIOLOGI ( Kode B )

No. Contoh Uji	490 B	491 B	492 B	493 B	Kadar maksimum yang diperbolehkan*)		
Waktu Pengambilan/Pengujian	10.55	10.33	10.10	09.53			
Parameter	Satuan	Hasil Uji	Hasil Uji	Hasil Uji	Hasil Uji		
1	Koliform Total	/ 100 ml	460	160	1100	1100	50

II. HASIL PENGUJIAN KIMIA LINGKUNGAN ( Kode K )

NO	PARAMETER	Satuan	Hasil Uji	Kadar maksimum yang diperbolehkan*)	Metode Uji
			284 K		
<b>A. FISIKA</b>					
1	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	358	1500	Gravimetri
2	Kekeruhan	Skala NTU	-	25	SNI 06-6989-25-2005
3	Suhu	°C	26,6	Suhu udara (25,9) ± 3 °C	SNI 06-6989-23-2005
4	Bau	-	tidak berbau	tidak berbau	Organoleptik
5	Rasa	-	tidak berasa	tidak berasa	Organoleptik
<b>B. KIMIA</b>					
1	Besi	mg/L	0,078	1	Fenantrolin
2	Mangan	mg/L	<0,001	0,5	SNI 06-6855-2002
3	Fluorida	mg/L	0,038	1,5	SNI 06-6989-29-2004
4	Nitrat, sebagai NO <sub>3</sub>	mg/L	1,089	10	APHA 2005 Section 3120-13
5	Nitrit, sebagai NO <sub>2</sub>	mg/L	0,029	1	SNI 06-6989-9-2004
6	Sulfat	mg/L	13,79	400	SNI 06-6989-20-2004
7	pH	-	6,8	6,5 - 9,0	SNI 06-6989-11-2004
8	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	229,90	500	SNI 06-6989-12-2004
9	Klorida	mg/L	7,808	600	SNI 06-6989-19-2004

\*) Peringatan Air Bersih PERMENKES RI No. 32/MENKES/PER/W/2017 ( Parameter Terbatas )

Acuan metode uji Standard methods for the examination of water and waste water (APHA)

Wates, Juli 2020

KEPALA

TANTYA ISSUMANTRI, SKM, MPH  
NIP. 19710207 199803 1 0 11

Catatan:

- Hasil uji hanya berlaku untuk contoh yang diuji
- Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin dari Kepala UPT Laboratorium Kesehatan Kabupaten Kulon Progo, kecuali secara lengkap
- Semua parameter diuji di laboratorium

## Lampiran 2

### Perhitungan Volume Tabung Filtrasi

Diketahui :

1. Waktu kontak tabung filtrasi : 40 menit
2. Diameter tabung filtrasi : 3 inci (7,62 cm)
3. Panjang tabung filtrasi : 80 cm
4. Tebal Media : 60 cm
5. Volume air yang tumpah
  - a. Arang aktif : 2150 ml
  - b. Arang sekam : 2050 ml
  - c. Zeolit : 1850 ml

Perhitungan :

1. Volume tabung filtrasi
$$= \pi r^2 t$$
$$= 3,14 \times 3,81 \times 3,81 \times 80 \text{ cm}$$
$$= 3646,4 \text{ cm}^3$$
$$= 3646 \text{ ml}$$
2. Volume ruang hampa
$$= \pi r^2 t$$
$$= 3,14 \times 3,81 \times 3,81 \times 20 \text{ cm}$$
$$= 911,6 \text{ cm}^3$$
$$= 912 \text{ ml}$$
3. Volume air yang masuk dalam media arang aktif
$$V = 3646 - 2150$$
$$= 1496 \text{ ml}$$
4. Volume air yang masuk dalam media arang sekam padi
$$V = 3646 - 2050$$
$$= 1596 \text{ ml}$$

5. Volume air yang masuk dalam media zeolit

$$V = 3646 - 1850$$

$$= 1796 \text{ ml}$$

6. Debit media arang aktif

$$Q = \frac{\text{volume air tumpah}}{\text{waktu kontak}}$$

$$= \frac{1496}{40}$$

$$= 37,4 \text{ ml/ menit} \sim 38 \text{ ml/ menit}$$

7. Debit media arang sekam padi

$$Q = \frac{\text{volume air tumpah}}{\text{waktu kontak}}$$

$$= \frac{1596}{40}$$

$$= 39,9 \text{ ml/ menit} \sim 40 \text{ ml/ menit}$$

8. Debit media zeolit

$$Q = \frac{\text{volume air tumpah}}{\text{waktu kontak}}$$

$$= \frac{1796}{40}$$

$$= 44,9 \text{ ml/ menit} \sim 45 \text{ ml/ menit}$$

9. Debit perlakuan arang aktif sebelum *ion exchange*

$$Q = 38 + 45$$

$$= 83 \text{ ml/ menit}$$

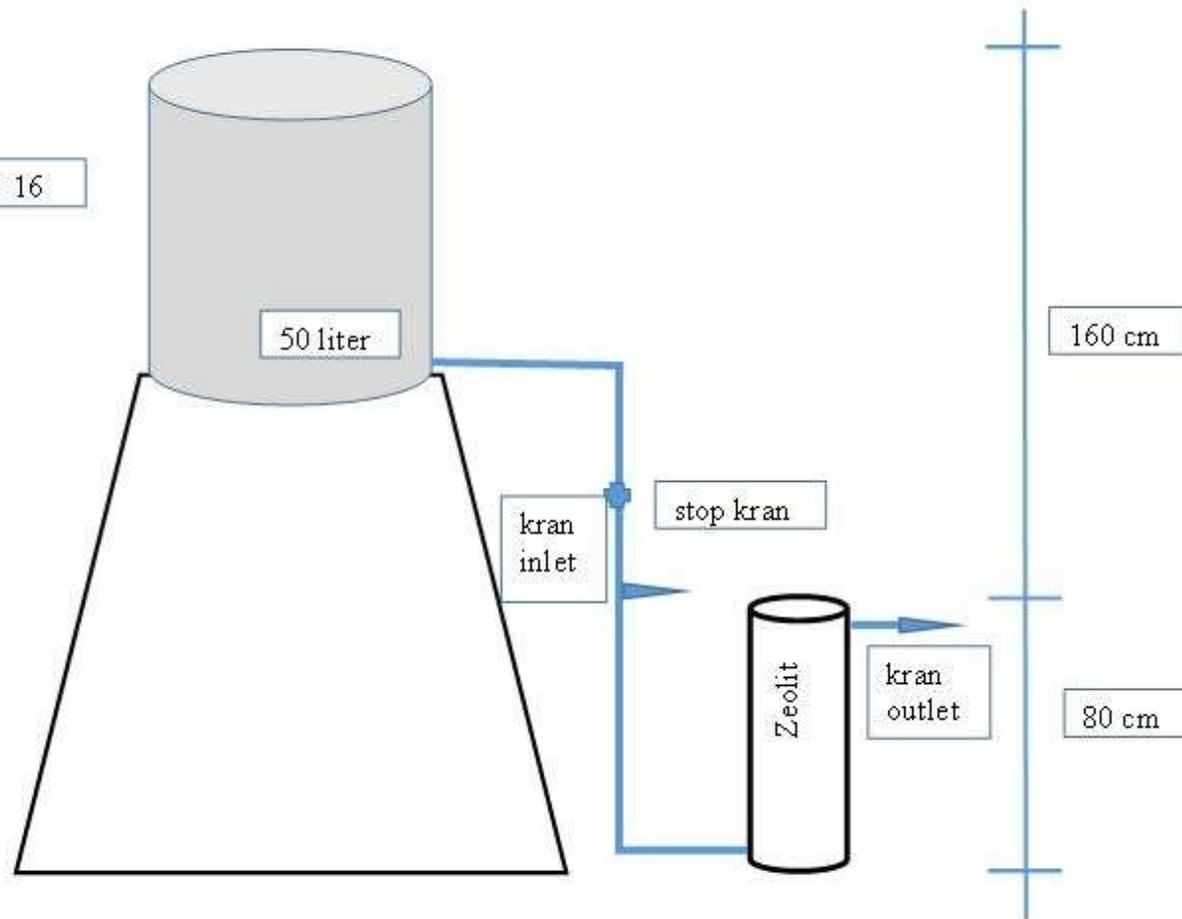
10. Debit perlakuan arang sekam padi sebelum *ion exchange*

$$Q = 40 + 45$$

$$= 85 \text{ ml/ menit}$$

Lampiran 3

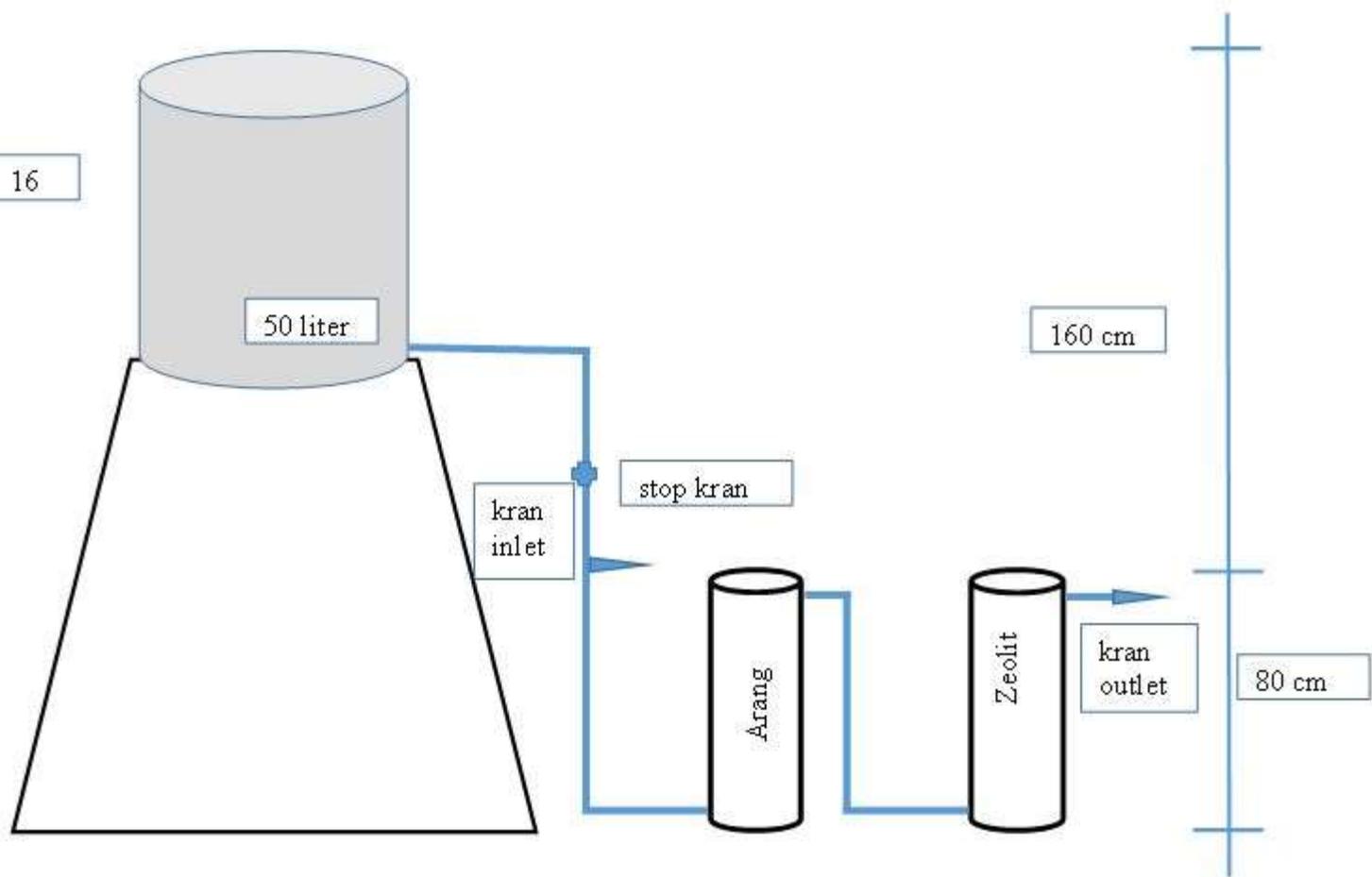
Skala 1 : 16



Gambar 3. Gambar Teknis Kontrol

Lampiran 3

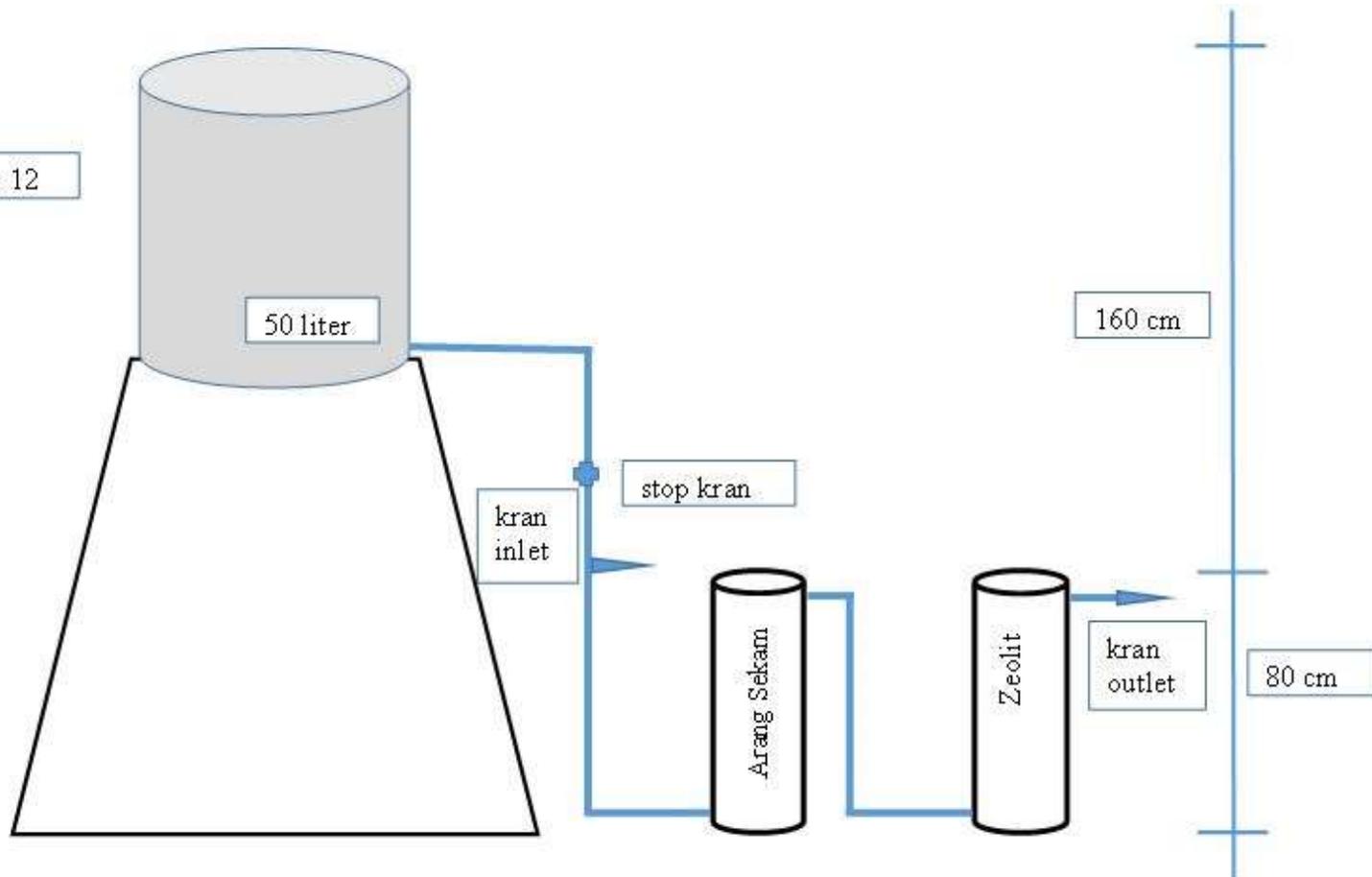
Skala 1 : 16



Gambar 4. Gambar Teknis Arang Aktif Sebelum Proses *Ion Exchange*

Lampiran 3

Skala 1 : 12



Gambar 5. Gambar Teknis Arang Sekam Padi Sebelum Proses *Ion Exchange*

## Lampiran 4

### 1. Uji Normalitas Data

#### Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
Perlakuan		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Pengukuran Kesadahan	Langsung Ion Exchange (Kontrol)	.254	6	.200*	.866	6	.212
	Arang Aktif Sebelum Proses Ion Exchange	.254	6	.200*	.866	6	.212
	Arang Sekam Padi Sebelum Proses Ion Exchange	.293	6	.117	.822	6	.091

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### 2. Uji Homogenitas Data

#### Tests of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Pengukuran Kesadahan	Based on Mean	.141	2	15	.870
	Based on Median	.217	2	15	.807
	Based on Median and with adjusted df	.217	2	14.144	.807
	Based on trimmed mean	.129	2	15	.880

## Lampiran 4

### 3. Uji One Way Anava

#### ANOVA

Hasil Pengukuran Kesadahan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19669.444	2	9834.722	655.648	<,001
Within Groups	225.000	15	15.000		
Total	19894.444	17			

Lampiran 5



Gambar 6. Sanitarian Kit



Gambar 7. Media Arang Aktif



Gambar 8. Media Arang Sekam Padi



Gambar 9. Zeolit



Gambar 10. Pemotongan Pipa

Lampiran 5



Gambar 11. Kontrol



Gambar 12. Arang Aktif Sebelum Proses *Ion Exchange*

Lampiran 5



Gambar 13. Arang Sekam Padi Sebelum Proses *Ion Exchange*



Gambar 14. Pemberian Hardicol

Lampiran 5



Gambar 15. Sampel air setelah diberi hardicol



Gambar 16. Pembacaan hasil kesadahan