

# **ADSORPSI LOGAM $Fe^{2+}$ PADA AIR TANAH MENGUNAKAN KARBON AKTIF**

## **Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar  
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

**Clarentia Maureen Rotinsulu**

(2017620067)

Pembimbing:

**Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.**

**Yansen Hartanto, S.T., M.T.**

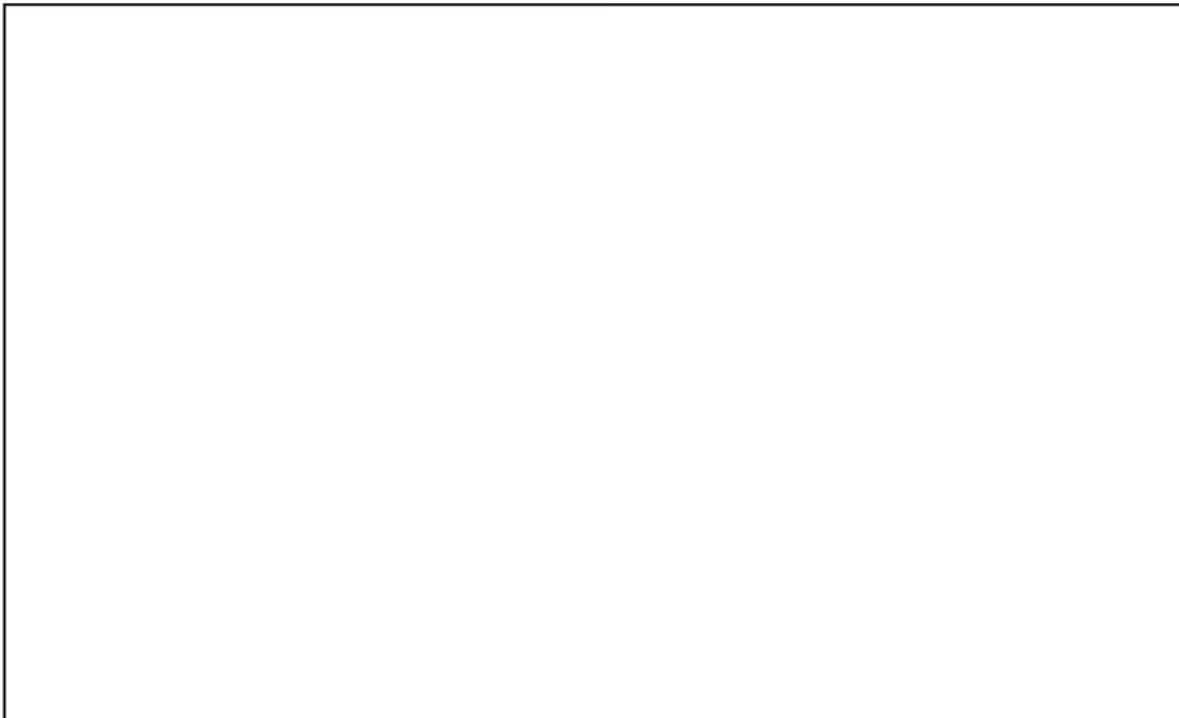


**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : ADSORPSI LOGAM  $Fe^{2+}$  PADA AIR TANAH  
MENGUNAKAN KARBON AKTIF**

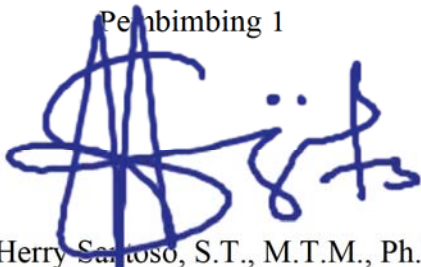
**CATATAN :**



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 3 Agustus 2021

Pembimbing 1



Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Pembimbing 2



Yansen Hartanto, S.T., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Clarentia Maureen Rotinsulu

NPM : 2017620067

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**ADSORPSI LOGAM  $Fe^{2+}$  PADA AIR TANAH  
MENGUNAKAN KARBON AKTIF**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 2 Agustus 2021



Clarentia Maureen Rotinsulu

(2017620067)

## INTISARI

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia. Sumber air bersih untuk kebutuhan domestik di Kota Bandung umumnya disalurkan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), namun distribusi air bersih dari PDAM belum sepenuhnya menjangkau seluruh penduduk di Kota Bandung. Salah satu sumber air alternatif lain yang banyak digunakan oleh masyarakat umum adalah air tanah, akan tetapi air tanah yang langsung digunakan masih memiliki beberapa masalah kualitas air. Di beberapa daerah di Kota Bandung, air tanah masih mengandung kadar besi total di atas standar kualitas yang diberikan oleh pemerintah yaitu 0,3 mg/L, oleh karena itu diperlukan pengolahan lebih lanjut agar air tanah layak digunakan sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan domestik. Ada beberapa metode pengolahan air tanah yang dapat dilakukan, salah satunya adalah adsorpsi dengan karbon aktif, seperti yang dilakukan pada penelitian ini.

Penelitian ini dilakukan untuk mengolah air tanah menjadi air bersih dengan metode adsorpsi kontinu dengan unggun tetap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari tinggi unggun dan konsentrasi logam  $Fe^{2+}$  terhadap kapasitas adsorpsi logam  $Fe^{2+}$ . Penelitian ini terdiri dari adsorpsi *batch* isotermal dan adsorpsi kontinu dengan unggun tetap. Pada adsorpsi *batch* isotermal, akan didapatkan data yang dapat mengikuti model Langmuir ataupun model Freundlich. Variasi yang dilakukan pada adsorpsi *batch* adalah variasi konsentrasi  $Fe^{2+}$  yaitu 1, 2, 3, dan 4 ppm. Pada adsorpsi *batch* ini akan diperoleh data kapasitas adsorpsi pada keadaan setimbang, dimana data ini akan digunakan untuk perhitungan *scale-up* kolom adsorpsi skala rumah tangga. Selanjutnya, untuk adsorpsi kontinu, variasi yang dilakukan adalah tinggi unggun dan konsentrasi logam  $Fe^{2+}$ . Untuk variasi tinggi unggun yang dilakukan adalah 2, 4, dan 6 cm, sedangkan variasi konsentrasi logam Fe yang dilakukan adalah 1, 2, dan 3 ppm. Sampel keluaran dari kolom akan dilakukan *sampling* pada rentang waktu tertentu sampai konsentrasi keluaran sama dengan konsentrasi umpan masuk. Kandungan logam  $Fe^{2+}$  akan dianalisis dengan metode kolorimetri menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data yang diperoleh akan diolah menjadi kurva *breakthrough* dengan menggunakan model Adams-Bohart dan model Thomas.

Hasil penelitian untuk adsorpsi *batch* menunjukkan bahwa model isotermal adsorpsi yang sesuai adalah model Langmuir dengan kapasitas adsorpsi saat kesetimbangan sebesar 6,6788 mg ion  $Fe^{2+}$ /1 gram karbon aktif. Pada adsorpsi kontinu, laju alir yang digunakan adalah 51,6 ml/menit dan pada variasi tinggi unggun, dapat dilihat bahwa semakin tinggi unggun yang digunakan maka kapasitas adsorpsi total juga akan semakin meningkat. Pada variasi konsentrasi awal larutan, semakin meningkatnya konsentrasi awal maka kapasitas adsorpsi total juga semakin meningkat dan waktu untuk mencapai titik *breakpoint* juga semakin cepat. Model kurva *breakthrough* yang cocok adalah model Adams-Bohart. Dari data-data yang diperoleh ini akan dilakukan *scale-up* menggunakan metode Length of Unused Bed (LUB), nilai LUB yang diperoleh saat konsentrasi  $Fe^{2+}$  sebesar 2 ppm dengan tinggi unggun 6 cm yaitu 0,8571 cm. Dari nilai LUB tersebut akan diperoleh spesifikasi kolom *scale-up* yang diproyeksikan terhadap service time dan jumlah anggota keluarga.

**Kata kunci:** adsorpsi, adsorpsi unggun tetap, air tanah, karbon aktif, kontinu,  $Fe^{2+}$

## ABSTRACT

Water is one of the most important substances on earth. Currently, fulfilling the need of water in Bandung City is overseen by the regional water company in Bandung (PDAM), but PDAM can't supply to all population in Bandung City. Due to this problem, people use an alternative source of water, which is groundwater. However, the groundwater itself is harmed by pollutants, such as iron and manganese. In some regions in Bandung City, the concentration of iron in groundwater are higher than water quality standards, which is 0,3 mg/L, because of that groundwater needs to be treated in order to meet the stipulated environmental regulations standards. Several methods can be used for the removal of iron in groundwater, one of the method is adsorption.

This study is going to use a fixed-bed adsorption as method for groundwater treatment. The effects of operational parameters such as bed height and inlet concentration of  $Fe^{2+}$  were evaluated. The adsorption was carried out in a batch process and fixed-bed process. In batch adsorption process, the concentration of  $Fe^{2+}$  was varied at 1, 2, 3, and 4 ppm. The suitability of the adsorbent was tested with Langmuir and Freundlich isotherms. From isothermal batch adsorption, there will be an adsorption capacity at equilibrium data that will be used to calculate the scale-up of adsorption columns in household scope. For fixed-bed adsorption, the bed height of the adsorbent was varied at 2, 4, and 6 cm, and for inlet concentration of iron(II) was varied at 1, 2, and 3 ppm. The colorimetric analysis and UV-Vis spectrophotometer were used to measure the  $Fe^{2+}$  concentration and the results were confirmed using a breakthrough curve. Thomas and Adams Bohart models were used to analyze the column experimental data and the relationship between operation parameters.

The results from the isothermal batch adsorption shows that Langmuir isothermal adsorption model fits the experiment datas more than Freundlich isothermal adsorption model and the adsorption capacity at equilibrium is 6,6788 mg of  $Fe^{2+}$  ions are adsorbed by 1 gram of activated carbon. For the continuous adsorption, the flow rate that is chosen for this experiment is 51,6 ml/minute, and in bed height of adsorbent variations, the total of adsorption capacity increased as the height of bed increase. In initial concentration variation, when the initial concentration increase, the total of adsorption capacity increased and the time to reach the breakpoint is faster. Breakthrough curve that is more suitable for this experiment is Adams-Bohart model. From this experiment datas, there will be a calculation for scaling up the adsorption column with Length of Unused Bed (LUB) method, the LUB value is 0,8571 cm when the initial concentration is 2 ppm and the height of bed is 6 cm. From the LUB value, there will be a specification for the scale-up adsorption column with service time and the number of family members variations.

**Keywords:** adsorption, fixed-bed adsorption, groundwater, activated carbon, continuous, iron

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Adsorpsi Logam  $Fe^{2+}$  pada Air Tanah Menggunakan Karbon Aktif” ini dengan tepat waktu. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah CHE184650-04 – Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini, yaitu:

1. Bapak Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D. dan Bapak Yansen Hartanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, saran, dan waktu selama proses penyusunan laporan penelitian ini,
2. Keluarga penulis yang memberikan doa dan dukungan kepada penulis,
3. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan dan saran kepada penulis, serta
4. Semua pihak lain yang telah ikut membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun agar dapat mengembangkan penulis dalam penyusunan laporan penelitian berikutnya. Penulis berharap agar laporan penelitian ini kelak dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas perhatian pembaca.

Bandung, 2 Agustus 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR REVISI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
INTISARI.....	xviii
<i>ABSTRACT</i> .....	xix
BAB I.....	20
PENDAHULUAN.....	20
1.1 Latar Belakang .....	20
1.2 Tema Sentral Masalah .....	22
1.3 Identifikasi Masalah.....	22
1.4 Premis .....	23
1.5 Hipotesis .....	27
1.6 Tujuan Penelitian .....	27
1.7 Manfaat Penelitian .....	27
BAB II.....	28
TINJAUAN PUSTAKA.....	28
2.1 Air Tanah .....	28
2.2 Kualitas Air Bersih .....	28
2.3 Pencemaran Air Tanah.....	30
2.3.1 Besi (Fe).....	30
2.4 Metode Pengolahan Air untuk Menghilangkan Logam.....	31

2.5	Metode Adsorpsi.....	33
2.5.1	Jenis-Jenis Adsorpsi.....	34
2.5.2	Adsorben .....	35
2.5.3	Karbon Aktif .....	36
2.5.4	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	36
2.5.5	Metode Adsorpsi .....	38
2.6	Peforma Adsorpsi pada <i>Fixed Bed Adsorbers</i> .....	38
2.7	Kesetimbangan Adsorpsi .....	40
2.7.1	Isotermal Langmuir .....	40
2.7.2	Isotermal Freundlich .....	41
2.8	Model Kurva Breakthrough.....	42
2.8.1	Model Thomas .....	42
2.8.2	Model Adams-Bohart.....	43
2.9	<i>Scale-Up</i> Kolom Adsorpsi dengan Metode <i>Length of Unused Bed</i> .....	44
2.10	Metode Analisis.....	45
2.11	<i>State of the Art</i> .....	46
BAB III.....		48
BAHAN DAN METODE .....		48
3.1	Bahan .....	48
3.2	Alat.....	48
3.3	Rangkaian Alat .....	49
3.4	Variasi Percobaan .....	50
3.5	Prosedur Percobaan.....	51
3.5.1	Adsorpsi Secara <i>Batch</i> .....	51
3.5.2	Adsorpsi Secara Kontinu.....	52
3.6	Tahap Analisis .....	52
3.6.1	Analisis Karakteristik Air .....	53



3.6.2	Analisis Kapasitas Adsorben.....	53
3.6.3	Analisis Proses Adsorpsi <i>Batch</i> .....	54
3.6.4	Analisis Kurva <i>Breakthrough</i> .....	56
3.7	Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian .....	58
BAB 4.....		59
PEMBAHASAN .....		59
4.1	Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Standar Fe <sup>2+</sup> .....	59
4.1	Adsorpsi <i>Batch</i> .....	60
4.2.1	Model Isotermal Langmuir .....	61
3.2.2	Model Isotermal Freundlich.....	62
3.2.3	Perbandingan Hasil Model Isotermal.....	63
4.2	Adsorpsi Kontinu .....	65
4.2.1	Penentuan Laju Alir .....	66
4.2.2	Pengaruh Variasi Tinggi Unggun.....	67
4.2.3	Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Logam Fe <sup>2+</sup> .....	68
4.3	Model Kurva <i>Breakthrough</i> .....	69
4.3.1	Model Thomas .....	69
4.3.2	Model Adams-Bohart.....	71
4.3.3	Perbandingan Model Kurva <i>Breakthrough</i> .....	72
4.4	<i>Scale-Up</i> Kolom Adsorpsi dengan Metode <i>Length of Unused Bed</i> .....	72
BAB 5.....		75
KESIMPULAN DAN SARAN.....		75
5.1	Kesimpulan .....	75
5.2	Saran .....	75
DAFTAR PUSTAKA .....		76
DAFTAR SIMBOL.....		85

LAMPIRAN A.....	86
<i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i> .....	86
A.1 Karbon Aktif .....	86
A.2 Amonium Besi (II) Sulfat Heksahidrat .....	87
A.3 Asam Sulfat.....	89
A.4 Amonium Asetat .....	90
A.5 Asam Asetat .....	92
A.6 Hidroksilamin Hidroklorida.....	94
A.7 1,10-Fenantrolin Monohidrat .....	95
A.8 Asam Klorida .....	96
A.9 Kalium Permanganat.....	97
LAMPIRAN B .....	100
METODE ANALISIS .....	100
B.1 Analisis Logam Fe <sup>2+</sup> dengan Metode Fenantrolin (SNI 06-4138-1996) .	100
B.1.1 Persiapan Bahan .....	100
B.1.2 Pembuatan Larutan Induk Fe <sup>2+</sup> .....	100
B.1.3 Penentuan Panjang Gelombang ( $\lambda$ ) Maksimum Logam Fe <sup>2+</sup> .....	101
B.1.4 Pembuatan Kurva Standar.....	102
B.1.5 Analisis Logam Fe <sup>2+</sup> dalam Sampel Air Tanah.....	103
LAMPIRAN C .....	104
DATA PENELITIAN DAN HASIL ANTARA .....	104
C.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	104
C.2 Penentuan Kurva Standar.....	104
C.3 Adsorpsi Batch.....	105
C.3.1 Model Isotermal Langmuir .....	105
C.3.2 Model Isotermal Freundlich.....	106
C.4 Adsorpsi Kontinu .....	106

C.4.1	Kurva <i>Breakthrough</i> Adsorpsi Kontinu Fe <sup>2+</sup> dari dengan Karbon Aktif	106
C.4.2	Model Adams Bohart .....	118
C.4.3	Model Thomas .....	122
LAMPIRAN D	.....	127
GRAFIK	.....	127
LAMPIRAN E	.....	144
CONTOH PERHITUNGAN	.....	144
E.1	Penentuan Kurva Standar .....	144
E.2	Adsorpsi Batch.....	144
E.1.1	Model Isoterm Langmuir .....	145
E.1.2	Model Isoterm Freundlich.....	146
E.3	Adsorpsi Kontinu .....	147
E.3.1	Kurva <i>Breakthrough</i> .....	147
E.3.2	Model Adams Bohart .....	148
E.3.3	Model Thomas .....	149

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Profil konsentrasi adsorbat pada kolom dan kurva breakthrough.....	39
<b>Gambar 2. 2</b> Kurva breakthrough ideal (Treybal, 1981).....	44
<b>Gambar 3. 1</b> Skema alat kolom adsorpsi secara kontinu .....	49
<b>Gambar 3. 2</b> Prosedur kerja percobaan adsorpsi secara batch .....	51
<b>Gambar 3. 3</b> Prosedur kerja adsorpsi secara kontinu .....	52
<b>Gambar 4. 2</b> Penentuan panjang gelombang maksimum.....	59
<b>Gambar 4. 3</b> Kurva standar $Fe^{2+}$ .....	60
<b>Gambar 4. 4</b> Kurva Isotermal Langmuir .....	61
<b>Gambar 4. 5</b> Kurva Isotermal Freundlich .....	63
<b>Gambar 4. 6</b> Perbandingan kurva breakthrough dari setiap variasi laju alir dengan konsentrasi $Fe^{2+}$ 1 ppm dan tinggi unggun 2 cm .....	66
<b>Gambar 4. 7</b> Perbandingan kurva breakthrough dari setiap variasi tinggi unggun dengan konsentrasi $Fe^{2+}$ 2 ppm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	67
<b>Gambar 4. 8</b> Perbandingan kurva breakthrough dari setiap variasi konsentrasi awal logam $Fe^{2+}$ dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	68
<b>Gambar B. 1</b> Diagram alir blok pembuatan larutan induk $Fe^{2+}$ .....	101
<b>Gambar B. 2</b> Diagram alir blok penentuan panjang gelombang maksimum logam $Fe^{2+}$ .....	102
<b>Gambar B. 3</b> Diagram Alir Blok Pembuatan Kurva Standar.....	103
<b>Gambar B. 4</b> Diagram alir blok analisis kadar logam $Fe^{2+}$ dalam sampel air tanah.....	103
<b>Gambar D. 1</b> Penentuan panjang gelombang maksimum.....	127
<b>Gambar D. 2</b> Penentuan kurva standar .....	127
<b>Gambar D. 3</b> Model Isotermal Langmuir .....	128
<b>Gambar D. 4</b> Model Isotermal Freundlich.....	128
<b>Gambar D. 5</b> Perbandingan pengaruh laju alir pada tinggi unggun 2 cm dan konsentrasi 1 ppm	129
<b>Gambar D. 6</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $Fe^{2+}$ 1 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	129

<b>Gambar D. 7</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $\text{Fe}^{2+}$ 1 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	130
<b>Gambar D. 8</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $\text{Fe}^{2+}$ 1 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	130
<b>Gambar D. 9</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $\text{Fe}^{2+}$ 2 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	131
<b>Gambar D. 10</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $\text{Fe}^{2+}$ 2 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	131
<b>Gambar D. 11</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $\text{Fe}^{2+}$ 2 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	132
<b>Gambar D. 12</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $\text{Fe}^{2+}$ 3 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	132
<b>Gambar D. 13</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $\text{Fe}^{2+}$ 3 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	133
<b>Gambar D. 14</b> Kurva breakthrough pada konsentrasi $\text{Fe}^{2+}$ 3 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	133
<b>Gambar D. 15</b> Perbandingan kurva breakthrough dari variasi konsentrasi dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	134
<b>Gambar D. 16</b> Perbandingan kurva breakthrough dari variasi tinggi unggun dengan konsentrasi 2 ppm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	134
<b>Gambar D. 17</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 1 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	135
<b>Gambar D. 18</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 1 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	135
<b>Gambar D. 19</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 1 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	136
<b>Gambar D. 20</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 2 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	136
<b>Gambar D. 21</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 2 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	137
<b>Gambar D. 22</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 2 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	137
<b>Gambar D. 23</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 3 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	138

<b>Gambar D. 24</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 3 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	138
<b>Gambar D. 25</b> Model Adams Bohart pada konsentrasi 3 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	139
<b>Gambar D. 26</b> Model Thomas pada konsentrasi 1 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	139
<b>Gambar D. 27</b> Model Thomas pada konsentrasi 1 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	140
<b>Gambar D. 28</b> Model Thomas pada konsentrasi 1 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	140
<b>Gambar D. 29</b> Model Thomas pada konsentrasi 2 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	141
<b>Gambar D. 30</b> Model Thomas pada konsentrasi 2 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	141
<b>Gambar D. 31</b> Model Thomas pada konsentrasi 2 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	142
<b>Gambar D. 32</b> Model Thomas pada konsentrasi 3 ppm dengan tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	142
<b>Gambar D. 33</b> Model Thomas pada konsentrasi 3 ppm dengan tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	143
<b>Gambar D. 34</b> Model Thomas pada konsentrasi 3 ppm dengan tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	143

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1</b> Kandungan Air Tanah di Beberapa Lokasi di Wilayah Bandung .....	21
<b>Tabel 1. 2</b> Premis Terkait Penelitian Penurunan Kadar Logam dengan Metode Adsorpsi .....	24
<b>Tabel 2. 1</b> Persyaratan Kualitas Air untuk Kebutuhan Domestik.....	28
<b>Tabel 2. 2</b> Perbandingan Adsorpsi Fisika dengan Adsorpsi Kimia (Smith, J. M., 1970).....	35
<b>Tabel 3. 1</b> Percobaan batch.....	50
<b>Tabel 3. 2</b> Variasi percobaan kontinu .....	50
<b>Tabel 3. 3</b> Matriks percobaan kontinu .....	50
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil parameter <i>RL</i> .....	62
<b>Tabel 4. 2</b> Perbandingan parameter Model Isotermal Langmuir dan Freundlich .....	63
<b>Tabel 4. 3</b> Nilai SSE dari Model Isoterm Langmuir dan Model Isoterm Freundlich .....	64
<b>Tabel 4. 4</b> Kapasitas adsorpsi variasi laju alir .....	67
<b>Tabel 4. 5</b> Perbandingan nilai kapasitas adsorpsi ( <i>q</i> total) dari variasi tinggi unggun .....	68
<b>Tabel 4. 6</b> Perbandingan nilai kapasitas adsorpsi ( <i>q</i> total) dari variasi konsentrasi awal logam $Fe^{2+}$ .....	69
<b>Tabel 4. 7</b> Parameter Model Thomas dari setiap run.....	70
<b>Tabel 4. 8</b> Parameter Model Adams-Bohart dari setiap run .....	71
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil perhitungan LUB.....	73
<b>Tabel 4. 10</b> Spesifikasi kolom adsorpsi scale-up.....	74
<b>Tabel C. 1</b> Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	104
<b>Tabel C. 2</b> Penentuan Kurva Standar .....	104
<b>Tabel C. 3</b> Data adsorpsi batch.....	105
<b>Tabel C. 4</b> Data Isotermal Langmuir.....	105
<b>Tabel C. 5</b> Parameter Isotermal Langmuir .....	106
<b>Tabel C. 6</b> Parameter Isotermal Freundlich.....	106
<b>Tabel C. 7</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	106

<b>Tabel C. 8</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/min (lanjutan).....	107
<b>Tabel C. 9</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 60,7 ml/min .....	107
<b>Tabel C. 10</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 60,7 ml/min (lanjutan).....	108
<b>Tabel C. 11</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 70 ml/min .....	108
<b>Tabel C. 12</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 70 ml/min .....	109
<b>Tabel C. 13</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	109
<b>Tabel C. 14</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/min (lanjutan).....	110
<b>Tabel C. 15</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	110
<b>Tabel C. 16</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/min (lanjutan).....	111
<b>Tabel C. 17</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 1 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	112
<b>Tabel C. 18</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 2 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	113
<b>Tabel C. 19</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 2 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	113
<b>Tabel C. 20</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 2 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/min (lanjutan).....	114
<b>Tabel C. 21</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 2 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	114
<b>Tabel C. 22</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 2 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/min (lanjutan).....	115
<b>Tabel C. 23</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 3 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	116
<b>Tabel C. 24</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 3 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	116



<b>Tabel C. 25</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 3 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/min (lanjutan).....	117
<b>Tabel C. 26</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 3 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/min .....	117
<b>Tabel C. 27</b> Data penelitian adsorpsi kontinu dengan konsentrasi umpan 3 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/min (lanjutan).....	118
<b>Tabel C. 28</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	119
<b>Tabel C. 29</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 1 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	119
<b>Tabel C. 30</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 1 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	120
<b>Tabel C. 31</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 2 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	120
<b>Tabel C. 32</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 2 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	120
<b>Tabel C. 33</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 2 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	120
<b>Tabel C. 34</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 2 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit (lanjutan).....	121
<b>Tabel C. 35</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 3 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	121
<b>Tabel C. 36</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 3 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	121
<b>Tabel C. 37</b> Data Model Adams Bohart pada saat konsentrasi 3 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	122
<b>Tabel C. 38</b> Parameter Model Adams Bohart dari seluruh run .....	122
<b>Tabel C. 39</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	122
<b>Tabel C. 39</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 1 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit (lanjutan).....	123
<b>Tabel C. 40</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 1 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	123
<b>Tabel C. 41</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 1 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	123

<b>Tabel C. 42</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 2 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	124
<b>Tabel C. 43</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 2 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	124
<b>Tabel C. 44</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 2 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	124
<b>Tabel C. 45</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 3 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	124
<b>Tabel C. 45</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 3 ppm; tinggi unggun 2 cm dan laju alir 51,6 ml/menit (lanjutan).....	125
<b>Tabel C. 46</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 3 ppm; tinggi unggun 4 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	125
<b>Tabel C. 47</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 3 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit .....	125
<b>Tabel C. 47</b> Data Model Thomas pada saat konsentrasi 3 ppm; tinggi unggun 6 cm dan laju alir 51,6 ml/menit (lanjutan).....	125
<b>Tabel C. 48</b> Parameter Model Thomas dari seluruh run .....	126

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Air bersih memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di alam ini. Sebagai makhluk hidup, tentu saja manusia membutuhkan air untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup seperti minum, memasak, mencuci, dan sanitasi. Untuk itu, ketersediaan air bersih sangat diperlukan untuk berbagai macam kebutuhan dan aktivitas manusia sehari-hari. Air yang bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, tawar dan tidak berbau. Usaha melayani kebutuhan air bersih bagi masyarakat di suatu daerah dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). PDAM merupakan badan usaha yang diberi wewenang untuk mengelola air bersih bagi kepentingan masyarakat di suatu daerah.

Kebutuhan akan air bersih di Kota Bandung dilayani oleh PDAM Tirtawening. Jumlah penduduk di Kota Bandung sendiri terus mengalami peningkatan setiap tahunnya dan Kota Bandung memiliki pembangunan kota yang cukup tinggi. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan air bersih juga terus meningkat, namun tidak seimbang dengan kemampuan PDAM untuk menyediakannya (Sumawijaya dan Suherman, 2009). Pada tahun 2018, Kota Bandung memiliki penduduk sebanyak 2.503.708 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2019). Jumlah penduduk tersebut terus mengalami kenaikan setiap tahunnya. Irda, dkk. (2018) mengatakan bahwa pada tahun 2018, PDAM Tirtawening hanya dapat melayani 46,91% dari jumlah penduduk di Kota Bandung, sehingga sekitar 53% penduduk lainnya belum mendapatkan akses air bersih dari PDAM. Kurangnya pelayanan PDAM ini disebabkan karena adanya keterbatasan sumber air baku, keterbatasan kapasitas Instalasi Pengolahan Air (IPA), kebocoran pipa dan jaringan distribusi yang tidak merata sehingga masih banyak daerah di Kota Bandung yang tidak mendapatkan akses air bersih dari PDAM.

Di latar belakang kesulitan untuk memperoleh air bersih dari PDAM, penduduk di Kota Bandung memanfaatkan air tanah sebagai sumber air alternatif untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Pada umumnya, air tanah di Kota Bandung memiliki beberapa masalah kualitas air, seperti tingginya kadar besi ( $Fe^{2+}$ ) (Sumawijaya dan Suherman, 2009), hal ini dapat dilihat pada **Tabel 1.1**. Kadar maksimum logam besi yang diperbolehkan dalam air berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia NOMOR

492/MENKES/PER/IV/2010 adalah 0,3 mg/L. Kandungan besi dalam air tanah dapat dikarenakan adanya kontak langsung antara air tanah dengan batuan yang mengandung besi.

**Tabel 1. 1** Kandungan Air Tanah di Beberapa Lokasi di Wilayah Bandung  
(Sumawijaya dan Suherman, 2009)

No.	Daerah	Kadar Fe <sup>2+</sup> (mg/L)
1.	Cilengkrang–Ujung Berung	0,75
2.	Cibeunying-Dago	0,75
3.	Arcamanik	0,72-3,81
4.	Kiaracandong	0,25– 2,71
5.	Cinambo-Gedebage	3,81-4,07
6.	Dayehkolot-Bojongsoang	0,60-1,62
7.	Baleendah-Ciparay	2,11
8.	Katapang-Cilampeni	0,12-0,43
9.	Cileunyi-Rancaekek	0,33-4,96
10.	Cimahi-Melongasih	0,41-3,07

Tingginya kandungan besi dalam air dapat menyebabkan warna air berubah menjadi kuning kecoklatan, dan menimbulkan bau dan rasa yang kurang enak. Mengonsumsi air yang memiliki kandungan besi yang tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia (Febrina, L. dan Ayuna, A., 2014). Pemanfaatan air yang mengandung besi dalam kadar yang tinggi juga dapat menyebabkan noda kuning pada pakaian, peralatan masak, dan menyumbat perpipaan (Todd, 2005). Oleh karena itu, diperlukan pengolahan air terlebih dahulu untuk memperbaiki kualitasnya agar dapat layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik. Beberapa metode pengolahan untuk menghilangkan kandungan besi dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti presipitasi, penukar ion, aerasi, filtrasi, dan adsorpsi.

Adsorpsi merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk menghilangkan kandungan logam berat secara efektif (Kan, dkk., 2013). Adsorpsi adalah proses fisika dan/atau proses kimia dimana suatu zat terlarut dalam larutan menempel, terikat, atau terserap pada permukaan adsorben (Mihelcic, 1999). Kelebihan dari metode adsorpsi adalah biaya operasi yang rendah, efisiensi tinggi, pengoperasian sederhana, dan ramah lingkungan.

Proses adsorpsi dapat dilakukan secara *batch* dan kontinu. Proses *batch* dilakukan untuk mengolah air dalam jumlah yang sedikit, sedangkan proses kontinu banyak menggunakan pendekatan untuk dilapangan karena dapat digunakan untuk mengolah air dalam jumlah yang lebih banyak.

Penelitian ini menggunakan karbon aktif sebagai adsorbennya. Menurut Arum (2015), karbon aktif adalah salah satu jenis adsorben yang mampu menurunkan kadar besi dalam air tanah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Afriany (2017) menunjukkan bahwa karbon aktif dapat menurunkan kadar logam  $Fe^{2+}$  dengan persen *removal* sebesar 90,5%. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif dapat digunakan secara efektif untuk menurunkan kadar logam  $Fe^{2+}$ . Selain karena efektivitasnya yang tinggi, karbon aktif banyak digunakan karena harganya yang murah dan mudah diperoleh.

Berdasarkan beberapa hal yang telah dipaparkan diatas, maka air tanah di Kota Bandung perlu diolah terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai sumber air untuk kegiatan sehari-hari. Adsorpsi air tanah menggunakan sistem kontinu juga belum banyak dilakukan oleh para peneliti. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan studi mengenai adsorpsi air tanah secara kontinu dengan kolom unggun tetap. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah variasi tinggi unggun dan konsentrasi logam  $Fe^{2+}$ . Analisis yang dilakukan adalah analisis kurva *breakthrough* dengan model Thomas dan model Adams-Bohart.

## 1.2 Tema Sentral Masalah

Menguji kinerja karbon aktif untuk proses adsorpsi logam  $Fe^{2+}$  secara kontinu pada kolom unggun tetap, dimana pada penelitian ini dilakukan variasi tinggi unggun dan konsentrasi logam  $Fe^{2+}$  untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kapasitas adsorpsi dan model kurva *breakthrough*.

## 1.3 Identifikasi Masalah

Masalah yang akan diidentifikasi pada penelitian ini adalah:

1. Berapakah kapasitas adsorpsi kesetimbangan ion logam  $Fe^{2+}$  menggunakan karbon aktif pada sistem *batch*?

2. Model isothermal manakah yang paling cocok digunakan untuk mewakili proses adsorpsi batch ion logam  $\text{Fe}^{2+}$  dengan karbon aktif?
3. Bagaimana pengaruh variasi tinggi unggun adsorben terhadap kinerja kolom adsorpsi?
4. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi awal umpan  $\text{Fe}^{2+}$  terhadap kinerja kolom adsorpsi?
5. Model kurva *breakthrough* mana yang paling cocok digunakan untuk mewakili proses adsorpsi kontinu ion logam  $\text{Fe}^{2+}$  dengan karbon aktif?

#### **1.4 Premis**

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, maka dapat disusun beberapa premis yang mendasari penelitian ini. Berikut adalah premis yang terkait dengan penelitian ini disajikan pada **Tabel 1.2**.

**Tabel 1. 2** Premis Terkait Penelitian Penurunan Kadar Logam dengan Metode Adsorpsi

No.	Peneliti	Sumber Air	Jenis Adsorben	Adsorbat	Variasi dan Kondisi Adsorpsi	Hasil Terbaik
1.	Antonia Nunung Rahayu dan Adhitiyawarman (2014)	Air tanah	Karbon aktif dari tongkol jagung	Fe	Massa adsorben (1,25; 1,50; 1,75 dan 2 gram), pH (4,5; 5,0; 5,5; 6,0 dan 6,5), waktu kontak (30; 60; 90 dan 120 menit), ukuran partikel adsorben 100 mesh, dan proses <i>batch</i>	Massa adsorben 1,75 gram, pH 6,5, dan waktu 30 menit dengan efisiensi sebesar 97,8%
2.	Ika Surya Agustiani, Taufik Ashar, dan Nurmaini	Air sumur gali	Karbon aktif dari sekam padi	Mn	Massa adsorben (1, 2, dan 3 gram) pada setiap 100 mL air sumur gali, proses <i>batch</i>	Massa adsorben 3 gram dengan efisiensi sebesar 49,6712%
3.	Muhammad Busyairi, Firlina, Edhi Sarwono, Saryadi (2019)	Air asam tambang	Karbon aktif dari serbuk kayu	Fe dan Mn	Waktu kontak (10, 20, 30, dan 40 menit), ukuran partikel adsorben 80 dan 100 mesh, kecepatan pengadukan 100 rpm, dan proses <i>batch</i>	Waktu kontak 40 menit dan ukuran partikel adsorben 100 mesh, efisiensi penurunan Fe sebesar 99,99% dan efisiensi penurunan Mn sebesar 92,92%

**Tabel 1.2** Premis Terkait Penelitian Penurunan Kadar Logam dengan Metode Adsorpsi (lanjutan)

No.	Peneliti	Sumber Air	Jenis Adsorben	Logam yang di Adsorpsi	Variasi dan Kondisi Adsorpsi	Hasil Terbaik
4.	Novi Sylvia, Meriatna, Lukman Hakim, Fitriani, dan Anisma Fahmi	Limbah artifisial	Karbon aktif dari cangkang kernel sawit	Pb	Tinggi unggun (3, 6, dan 9 cm), laju alir (6, 10, 14 L/menit), proses kontinu	Tinggi unggun 9 cm dan laju alir 14 L/menit
5.	Isna Syauqiah, Mayang Amalia, dan Hetty A. Kartini (2011)	Limbah cuci foto <i>rontgen</i> (limbah <i>fixer</i> )	Karbon aktif	Fe	Waktu pengadukan (15, 30, dan 45 menit) dan didiamkan selama 3 jam, kecepatan pengadukan (60, 90, dan 120 rpm), dan proses <i>batch</i>	Kecepatan pengadukan 90 rpm dan waktu pengadukan 60 menit (penurunan kadar Fe dari 1,48 mg/L menjadi 0,24 mg/L)
6.	Chairul Irawan, Anisa Purwanti, Norhasanah (2019)	Limbah proses pewarnaan	Karbon aktif dari cangkang kelapa sawit	Pb	Ukuran partikel adsorben (355 dan 710 $\mu\text{m}$ ), proses <i>batch</i> dan kontinu	Efisiensi penurunan kandungan logam Pb pada proses adsorpsi <i>batch</i> sebesar 99,07% dan secara kontinu sebesar 95,23% dengan ukuran partikel adsorben 355 $\mu\text{m}$



**Tabel 1.2** Premis Terkait Penelitian Penurunan Kadar Logam dengan Metode Adsorpsi (lanjutan)

No.	Peneliti	Sumber Air	Jenis Adsorben	Logam yang di Adsorpsi	Variasi dan Kondisi Adsorpsi	Hasil Terbaik
7.	Nunik Prabarini dan DG Okayadnya (2014)	Air sumur	Karbon aktif dari tempurung kemiri	Fe	Konsentrasi aktivator H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1, 3, 5, 7, dan 9%), waktu perendaman (8, 12, 16, 20, dan 24 jam), proses <i>batch</i>	Efisiensi penurunan logam Fe sebesar 91,38% pada waktu perendaman 24 jam dan konsentrasi aktivator 9%
8.	Novi Sylvia, Meriatna, Fikri Hasfita, dan Lukman Hakim (2017)	Air tanah	Karbon aktif	Mg	Tinggi unggun (7, 5, 10, dan 12,5 cm), waktu kontak (20, 40, dan 60 menit), laju alir (6, 10, dan 14 L/menit), proses kontinu	Tinggi unggun 11,37 cm dengan waktu kontak 55,53 menit dan laju alir 6 L/menit
9.	Nurhasni, Florentinus Firdiyono, dan Qosim Sya'ban (2012)	Larutan sodium silikat	Karbon aktif	Fe	Aktivasi adsorben (dengan HCl dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), pH (3, 4, 5, 6, dan 7), massa adsorben (0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 gram), waktu kontak (5, 15, 30, 45, dan 60 menit), temperatur (30, 40, 50, 60, dan 70°C), dan proses <i>batch</i>	Adsorben diaktivasi dengan HCl memperoleh efisiensi sebesar 41,6% dengan pH 4, waktu kontak 60 menit, massa adsorben 0,5 gram dan pada temperatur 30°C

### 1.5 Hipotesis

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, maka dapat dirumuskan beberapa hipotesis sebagai berikut:

1. Kapasitas adsorpsi kesetimbangan ion logam  $\text{Fe}^{2+}$  menggunakan karbon aktif pada sistem *batch* sebesar 1,4294 mg/g (Hutapea, 2018).
2. Semakin banyak jumlah adsorben yang digunakan dalam kolom, maka semakin besar kapasitas adsorpsi logam  $\text{Fe}^{2+}$
3. Semakin besar konsentrasi awal logam  $\text{Fe}^{2+}$ , maka adsorben akan semakin cepat jenuh.

### 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mempelajari kinerja karbon aktif pada sistem adsorpsi secara kontinu pada pengolahan air tanah
2. Mengetahui pengaruh tinggi unggun terhadap kapasitas adsorpsi logam  $\text{Fe}^{2+}$ .
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi awal adsorbat terhadap kapasitas adsorpsi logam  $\text{Fe}^{2+}$ .

### 1.7 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Bagi peneliti dan mahasiswa, untuk menambah pengetahuan mengenai pengaruh tinggi unggun dan konsentrasi awal adsorbat terhadap kapasitas adsorpsi dan konsentrasi keluaran  $\text{Fe}^{2+}$
2. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai cara penjernihan air tanah dengan metode adsorpsi.