

**TESIS**  
**PENGARUH DERAJAT KEASAMAN DAN KUAT**  
**MEDAN ELEKTROMAGNETIK TERHADAP**  
**PENGOLAHAN AIR BAKU**  
**(KEKERUHAN DAN WARNA)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan**  
**Gelar Master Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik**  
**Universitas Sriwijaya**



**NOVERIANSYAH**  
**03012621721006**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH DERAJAT KEASAMAN DAN KUAT MEDAN  
ELEKTROMAGNETIK TERHADAP  
PENGOLAHAN AIR BAKU  
(KEKERUHAN DAN WARNA)**

**TESIS**

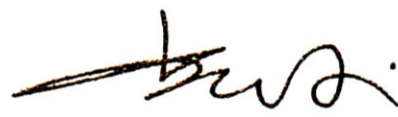
**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Master Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

Palembang, Agustus 2020  
Menyetujui,  
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M. Eng  
NIP. 195603071981031010


Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA  
NIP. 195610241981032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya



Prof. Ir. Subriyen Nasir, M.S., Ph.D  
NIP. 196009091987031004

Kordinator Program Studi  
Magister Teknik Kimia



Dr. David Bahrin, S.T., M.T.  
NIP. 198010312005011003

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis berupa Tesis ini dengan judul “Pengaruh Derajat Keasaman dan Kuat Medan Elektromagnetik Terhadap Pengolahan Air Baku (Kekeruhan dan Warna)” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 14 Agustus 2020.

Palembang, 14 Agustus 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc  
NIP. 196108121987031003

(  )

Anggota :

1. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.  
NIP. 198010312005011003
2. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D  
NIP. 197111191997021001
3. Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, S.Si., M.Si  
NIP. 197711272005011003

(  )

(  )

(  )

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya,

  
  
Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D  
NIP. 196009091987031004

Kordinator Program Studi  
Magister Teknik Kimia



Dr. David Bahrin, S.T., M.T.  
NIP. 198010312005011003

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Noveriansyah  
NIM : 03012621721006  
BKU : Teknologi Lingkungan  
Judul : Pengaruh Derajat Keasaman dan Kuat Medan Elektromagnetik Terhadap Pengolahan Air Baku (Kekeruhan dan Warna)

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2020



**Noveriansyah**  
NIM. 03012621721006

## RINGKASAN

PENGARUH NILAI KEASAMAN DAN KEKUATAN MEDAN ELEKTROMAGNETIK PADA PENGOLAHAN AIR BAKU (KEKERUHAN DAN WARNA)

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 8 Agustus 2020

Noveriansyah, dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, IPU dan Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng, IPU

Effect of Acidity and Electromagnetic Field Strengths on Raw Water Treatment (Turbidity and Color)

xvi + 58 halaman, 4 Tabel, 26 Gambar, 3 Lampiran

### RINGKASAN

Air merupakan komponen penting yang harus diserap oleh tubuh makhluk hidup. Namun, seiring berjalannya waktu, kualitas sumber air semakin menurun yang berakibat pada penurunan kualitas. Kelangkaan dan penurunan kualitas air bersih diiringi dengan peningkatan kebutuhan masyarakat dan industri. Berdasarkan data Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Musi Palembang pada Desember 2019 tingkat kekeruhan sudah lebih dari 1200 NTU. Hal ini disebabkan partikel padat selanjutnya tersuspensi di air dari hulu dan hilir sungai. Pengolahan air baku membutuhkan biaya sebesar Rp 3.390 per satu meter kubik air bersih. Untuk menekan biaya pengolahan air baku, perlu dikembangkan metode yang menggantikan penggunaan bahan kimia, termasuk menggunakan medan elektromagnetik yang kuat dalam proses pengolahan air baku. Suatu penelitian dengan mengolah air baku dengan membandingkan dua sampel air untuk mengetahui penurunan efisiensi penyisihan kekeruhan. Didapatkan hasil penelitian berupa peningkatan efisiensi penghilangan kekeruhan dari 60% menjadi 99,48% dengan menggunakan magnetic flux density 0,7 T. Oleh karena itu, dalam penelitian ini pengolahan air baku yang diperoleh dari Sungai Ogan dengan menggunakan medan magnet kemudian diamati berdasarkan kekeruhan dan warnanya. Variasi yang digunakan adalah variasi pH air baku 2, 3, 4, dan 5. Sedangkan pada proses pengolahan dilakukan variasi kekuatan medan magnet sebesar 15 V, 25 V, 35 V, dan 45 V. dilakukan setiap 30 menit 4 kali kemudian dilakukan uji analisis. Pada pengamatan nilai kekeruhan didapatkan hasil terbaik pada 1,40 NTU yaitu pada pengolahan air baku dengan pH 5 dan penggunaan kekuatan medan magnet 45 V. Sedangkan pada pengamatan nilai warna didapatkan hasil terbaik pada 3 TCU yaitu pada pengolahan air baku dengan pH 3 dan kekuatan medan magnet 45 V. Waktu pengolahan terbaik yaitu 120 menit.

**Kata Kunci:** Air, Kekeruhan, Warna, pH, Elektromagnetik, Partikel Tersuspensi, Durasi Proses.

Kepustakaan : 55 (1991-2020)

## SUMMARY

### EFFECT OF ACIDITY AND ELECTROMAGNETIC FIELD STRENGTHS ON RAW WATER TREATMENT (TURBIDITY AND COLOR)

Scientific paper in the form of Tesis, 8<sup>th</sup> August 2020

Noveriansyah, Supervised by Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, IPU and Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng, IPU

Pengaruh Nilai Keasaman dan Kekuatan Medan Elektromagnetik pada Pengolahan Air Baku (Kekeruhan dan Warna)

### SUMMARY

xvi + 58 pages, 4 Tables, 26 Pictures, 3 Attachments

Water is an important component that must be absorbed by the living body. However, over time, the quality of water sources has decreased, resulting in decreased quality. Scarcity and decline in the quality of clean water is accompanied by an increase in the needs of society and industry. Based on data from the Tirta Musi Regional Drinking Water Company (PDAM) in Palembang, in December 2019 the turbidity level was more than 1200 NTU. This is because solid particles are then suspended in the water from upstream and downstream of the river. Raw water treatment costs Rp 3,390 per one cubic meter of clean water. To reduce raw water treatment costs, it is necessary to develop methods that replace the use of chemicals, including using strong electromagnetic fields in the raw water treatment process. A study by treating raw water by comparing two water samples to determine the decrease in turbidity removal efficiency. The results of the study were an increase in the efficiency of removing turbidity from 60% to 99.48% using a magnetic flux density of 0.7 T. Therefore, in this study the processing of raw water obtained from the Ogan River using a magnetic field was then observed based on turbidity and the color. The variations used are variations in the pH of raw water 2, 3, 4, and 5. While the processing process is carried out variations in the magnetic field strength of 15 V, 25 V, 35 V, and 45 V. carried out every 30 minutes 4 times then carried out the analysis test. . In observing the turbidity value, the best results were obtained at 1.40 NTU, namely the raw water treatment with a pH of 5 and magnetic field strength of 45 V. Whereas in the observation of color values, the best results were obtained at 3 TCU with a pH of 3 and magnetic field strength 45 V with the best processing time is 120 minutes.

**Keywords:** Water, Turbidity, Color, pH, Electromagnetic, Suspended Particles, Process Duration

Citations : 55 (1991-2020)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah sebagai pujian dan ungkapan syukur kehadiran Allah SWT penulis panjatkan, karena hanya berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengaruh Derajat Keasaman dan Kuat Medan Elektromagnetik Terhadap Pengolahan Air Baku (Kekeruhan dan Warna)” dengan baik. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan magister teknik dibidang program studi Teknik Kimia BKU Teknologi Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan bertujuan untuk menggali dan menerapkan ilmu yang telah didapat selama kuliah. Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan tesis penelitian masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak agar penyusun tesis penelitian ini dapat lebih sempurna.

Berbagai bantuan dan dukungan telah banyak penulis terima, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyusun laporan tesis penelitian ini. Maka dari itu, melalui laporan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Isteriku Tercinta dr Naeni Octavia dan anak-anakku (Fahri Sabriansyah, Farrel Khairiansyah, Muhammad Fatih Syahiriansyah, Muhammad Fadhil Khabirriansyah) serta keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan yang tiada terkira kepada penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S. PhD selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. David Bahrin, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M. Eng., IPU, selaku Dosen Pembimbing I Penelitian.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA., IPU, selaku Dosen Pembimbing II Penelitian.
6. Direksi dan Karyawan PDAM Tirta Musi Palembang.
7. Staf Pengajar dan Karyawan di Program Studi Magister Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

8. Rekan-rekan Mahasiswa di Fakultas Teknik Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan yang ada. Meskipun demikian, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2020

Noveriansyah



## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL .....                                    | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                               | ii   |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                              | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....                    | iv   |
| RINGKASAN .....  | v    |
| SUMMARY .....  | vi   |
| KATA PENGANTAR .....                                   | vii  |
| DAFTAR ISI .....                                       | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                  | xii  |
| DAFTAR TABEL .....                                     | xiii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                    | xiv  |
| DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN .....                     | xv   |
| DAFTAR SIMBOL .....                                    | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                             | 5    |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                           | 5    |
| 1.4. Hipotesa .....                                    | 6    |
| 1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....                    | 6    |
| 1.6. Manfaat Penelitian .....                          | 6    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                          | 7    |
| 2.1. Air .....   | 7    |
| 2.2. Air Baku .....                                    | 7    |
| 2.2.1. Parameter Air .....                             | 8    |
| 2.3. Teknologi Pengolahan Air .....                    | 13   |
| 2.3.1. Pengolahan Air Secara Adsorpsi .....            | 13   |
| 2.3.2. Pengolahan Air Secara Bioteknologi .....        | 14   |
| 2.3.3. Pengolahan Air Secara Katalik .....             | 14   |
| 2.3.4. Pengolahan Air Secara Membran .....             | 14   |
| 2.3.5. Pengolahan Air Secara Koagulasi-Flokulasi ..... | 15   |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.3.6. Pengolahan Air Secara Radiasi Pengion .....                         | 16        |
| 2.3.7. Pengolahan Air Secara Magnetik .....                                | 16        |
| 2.4. Kuat Medan Magnet.....  | 17        |
| 2.4.1. Medan Magnet .....  | 17        |
| 2.4.2. Sifat Medan Magnet .....  | 17        |
| 2.4.3. Medan Magnet pada Selenoida .....                                   | 17        |
| 2.5 Aplikasi Medan Magnet dalam Sistem Pengolahan Air .....                | 19        |
| 2.5.1. Pemisahan Magnetik .....  | 19        |
| 2.5.2. Bahan – Bahan yang Bereaksi dengan Magnet.....                      | 19        |
| 2.5.2.1. Bahan Ferromagnetik .....   | 19        |
| 2.5.2.2. Bahan Diamagnetik .....   | 22        |
| 2.5.2.3. Bahan Paramagnetik .....  | 22        |
| 2.6. Sejarah Penelitian Terdahulu .....                                    | 22        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>                                  | <b>26</b> |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....                                      | 26        |
| 3.1.1. Waktu Penelitian .....  | 26        |
| 3.1.2. Tempat Penelitian.....  | 26        |
| 3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian .....                                  | 26        |
| 3.2.1. Bahan Penelitian.....   | 26        |
| 3.2.2. Peralatan Penelitian .....  | 27        |
| 3.3. Rancangan Penelitian .....  | 28        |
| 3.3.1. Variabel Penelitian .....   | 28        |
| 3.3.2. Prosedur Penelitian.....  | 28        |
| 3.3.3. Diagram Alir Penelitian.....  | 29        |
| 3.3.4. Skema Peralatan Penelitian.....                                     | 30        |
| 3.4. Metode Pengolahan dan Analisis Data .....                             | 31        |
| 3.4.1. Analisa Kekeruhan .....   | 32        |
| 3.4.2. Analisa Warna .....   | 32        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                   | <b>33</b> |
| 4.1. Hasil Analisa Voltase, pH, dan Waktu terhadap <i>Turbidity</i> .....  | 33        |
| 4.1.1. Data <i>Turbidity</i> pada 15 Volt dengan variasi pH dan Waktu..... | 34        |
| 4.1.2. Data <i>Turbidity</i> pada 25 Volt dengan variasi pH dan Waktu..... | 35        |

|   |    |
|---|----|
| 4.1.3. Data <i>Turbidity</i> pada 35 Volt dengan variasi pH dan Waktu.....                | 36 |
| 4.1.4. Data <i>Turbidity</i> pada 45 Volt dengan variasi pH dan Waktu.....                | 37 |
| 4.2. Hasil Analisa Penurunan Warna .....  | 39 |
| 4.2.1. Hasil Analisa Warna pada Kuat Medan Elektromagnetik 15 Volt ...                    | 40 |
| 4.2.2. Hasil Analisa Warna pada Kuat Medan Elektromagnetik 25 Volt ...                    | 41 |
| 4.2.3. Hasil Analisa Warna pada Kuat Medan Elektromagnetik 35 Volt ...                    | 42 |
| 4.2.4. Hasil Analisa Warna pada Kuat Medan Elektromagnetik 45 Volt ...                    | 43 |
| 4.3. Efektivitas Penggunaan Medan Elektromagnetik dalam Pengolahan Air ..                 | 45 |
| 4.3.1. Efektivitas dari Medan Elektromagnetik terhadap Penurunan Nilai<br>Kekeruhan ..... | 45 |
| 4.3.2. Efektivitas dari Medan Elektromagnetik terhadap Penurunan Nilai<br>Warna .....     | 48 |
| BAB V KESIMPULAN .....  | 51 |
| DAFTAR RUJUKAN .....  | 52 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN.....  | 59 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|            | Halaman                                 |
|------------|---|
| Lampiran A | Hasil Analisa Air Baku ..... 59         |
| Lampiran B | Hasil Analisa <i>Turbidity</i> ..... 60 |
| Lampiran C | Hasil Analisa Warna ..... 62            |
| Lampiran D | Peralatan Penelitian ..... 64           |

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Baku Mutu Air Minum.....                | 12      |
| Tabel 3.1 Hasil Analisa Air Baku Sungai Ogan..... | 26      |
| Tabel 3.2 Hasil Analisa Air Baku Sungai Ogan..... | 27      |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | Skema Pengolahan Air secara Adsorpsi.....  | 14 |
| Gambar 2.2  | Arah Aliran Medan Magnet.....  | 17 |
| Gambar 2.3  | Selenoida .....  | 18 |
| Gambar 2.4  | Skema Sirkulasi Air dengan Pengolahan Magnetik.....                                | 23 |
| Gambar 2.5  | Skema Analisa Air Hasil Olahan .....   | 23 |
| Gambar 2.6  | <i>Electrocoagulation-Electroflotation Unit Batch</i> .....                        | 24 |
| Gambar 2.7  | Skema Sistem Pemisahan dengan Superconducting Magnet ...                           | 25 |
| Gambar 3.1  | Diagram Alir Penelitian.....   | 29 |
| Gambar 3.2  | Skema Peralatan Proses Pengolahan Air Baku dengan Kuat Medan Elektromagnetik ..... | 30 |
| Gambar 3.3  | Peralatan Pengolahan Air Baku .....  | 31 |
| Gambar 4.1  | Hubungan pH dan Waktu terhadap <i>Turbidity</i> pada 15 Volt.....                  | 34 |
| Gambar 4.2  | Hubungan pH dan Waktu terhadap <i>Turbidity</i> pada 25 Volt.....                  | 35 |
| Gambar 4.3  | Hubungan pH dan Waktu terhadap <i>Turbidity</i> pada 35 Volt.....                  | 36 |
| Gambar 4.4  | Hubungan pH dan Waktu terhadap <i>Turbidity</i> pada 45 Volt.....                  | 37 |
| Gambar 4.5  | Hubungan pH dan Waktu terhadap Warna pada 15 Volt.....                             | 41 |
| Gambar 4.6  | Hubungan pH dan Waktu terhadap Warna pada 25 Volt.....                             | 42 |
| Gambar 4.7  | Hubungan pH dan Waktu terhadap Warna pada 35 Volt.....                             | 43 |
| Gambar 4.8  | Hubungan pH dan Waktu terhadap Warna pada 45 Volt.....                             | 44 |
| Gambar 4.9  | Persentase penurunan nilai kekeruhan pada waktu 30 menit ...                       | 45 |
| Gambar 4.10 | Persentase penurunan nilai kekeruhan pada waktu 60 menit ...                       | 46 |
| Gambar 4.11 | Persentase penurunan nilai kekeruhan pada waktu 90 menit ...                       | 46 |
| Gambar 4.12 | Persentase penurunan nilai kekeruhan pada waktu 120 menit .                        | 47 |
| Gambar 4.13 | Persentase penuruna nilai warna pada waktu 30 menit.....                           | 48 |
| Gambar 4.14 | Persentase penurunan nilai warna pada waktu 60 menit.....                          | 48 |
| Gambar 4.15 | Persentase penurunan nilai warna pada waktu 90 menit.....                          | 49 |
| Gambar 4.16 | Persentase penurunan nilai warna pada waktu 120 menit.....                         | 49 |

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

|      |  |
|------|--|
| TCU  | <i>True Color Unit</i>                         |
| NTU  | <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>            |
| FTU  | <i>Formazin Turbidity Unit</i>                 |
| GGL  | Gaya Gerak Listrik                             |
| PDAM | Perusahaan Air Minum Daerah                    |
| EC   | <i>Electro Coagulation</i><br>Elektrokoagulasi |
| EF   | <i>Electro Flokulation</i><br>Elektroflokulasi |
| PAC  | <i>Poly Aluminium Chloride</i>                 |

## DAFTAR SIMBOL

|                      |  |   |
|----------------------|--|---|
| <i>TDS</i>           | <i>Total Dissolved Solid</i><br><i>Padatan Terlarut Total</i>    | mg L <sup>-1</sup>                                      |
| <i>TSS</i>           | <i>Total Suspended Solid</i><br><i>Padatan Tersuspensi Total</i> | mg L <sup>-1</sup>                                      |
| <i>pH</i>            | <i>Derajat Keasaman</i>  |   |
| <i>B<sub>0</sub></i> | <i>Medan Magnet pada titik O Selenoida</i>                       | T (tesla)   |
| <i>μ<sub>0</sub></i> | <i>Permeabilitas Ruang Hampa</i>                                 | 4 x 10 <sup>-7</sup> Wb A <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> |
| <i>i</i>             | <i>Kuat Arus Listrik</i>   | A (ampere)  |
| <i>N</i>             | <i>Jumlah Lilitan dalam Selenoida</i>                            |   |
| <i>L</i>             | <i>Panjang Selenoida</i>   | m (meter)   |
| <i>E</i>             | <i>Vektor Medan Listrik</i>                                      |   |
| <i>v</i>             | <i>Kecepatan Linier Fluida</i>                                   | m s <sup>-1</sup>                                       |
| <i>B</i>             | <i>Vektor Induksi Magnet</i>                                     | Wb. m <sup>-2</sup>                                     |
| <i>q</i>             | <i>Besaran Ion Bermuatan</i>                                     | C (Coulomb)   |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 1.1 Latar Belakang

Sudah menjadi kebutuhan utama yaitu air bagi makhluk hidup yang diperlukan setiap hari, khususnya untuk air minum. Air yang baik untuk diminum sebaiknya memiliki sumber air yang terjamin. Adapun sumber utama yaitu air danau, tanah, waduk, hujan, dan laut. Seiring dengan berjalannya waktu, kualitas dari sumber air semakin menurun sehingga terjadi penurunan kualitas. Adanya kelangkaan air bersih dikarenakan menurunnya kualitas air tawar namun tingginya angka kebutuhan baik di masyarakat ataupun di industri. Hal tersebut menjadi faktor utama perusahaan air minum harus meningkatkan produksinya dengan memiliki teknologi pengolahan air yang berkualitas dan ramah lingkungan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengolahan air baku yang utama adalah tingkat kekeruhan dan warna. Adanya material padat yang tersuspensi, seperti material anorganik ataupun organik menyebabkan kekeruhan air. Material anorganik seperti batuan dan logam yang lapuk, sedangkan material organik bisa bersumber dari tanaman atau hewan yang lapuk. Limbah dari industri juga dapat menjadi penyebab sumber kekeruhan. Material organik dapat menjadi bahan nutrisi bakteri sehingga menudukung perkembangbiakannya. Makhluk hidup ini juga tergolong sebagai zat yang tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan air. Seperti halnya perkkembangbiakan algae dikarenakan adanya unsur alam seperti N, P, dan K. Tentu berbahaya bagi Kesehatan apabila mikroba tersebut adalah pathogen. Semakin keruh air, maka akan membutuhkan senyawa kimia yang lebih banyak dalam pengolahannya yang tentu meningkatkan biaya operasionalnya. (Sihite dan Victor, 2019).

Selain kekeruhan, air minum juga seharusnya tidak berwarna karena alasan estetis dan mencegah jika adanya senyawa beracun ataupun mikroorganisme yang berwarna. Penyebab warna biasanya karena tannin dan asam humat yang terdapat secara alami di air rawa. Warna yang muncul biasanya kuning muda yang menyerupai air seni sehingga orang enggan meminumnya. Selain itu, senyawa

kimia tersebut jika terkena klor bisa menjadi senyawa kloroform yang bersifat racun. Sumber warna juga akibat limbah industri. klor bisa menjadi senyawa-senyawa kloroform yang beracun. Warna dapat berasal dari buangan industri.

Kandungan oksida besi mengakibatkan air berwarna kemerahan dan oksida mangan mengakibatkan air menjadi coklat atau kehitaman. Konsentrasi besi sebesar 0,3 mg/L dan konsentrasi mangan sebesar 0,05 mg/L sudah mampu menimbulkan warna untuk wilayah perairan (Effendi, 2003). Kandungan kalsium karbonat yang bersumber dari daerah berkapur menyebabkan muncul warna kehijauan pada perairan. Tannin, lignin, dan asam – asam humus bersumber dari proses dekomposisi tumbuhan yang telah mati adalah senyawa – senyawa yang menyebabkan muncul warna coklat pada air.

Berdasarkan data Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM) Tirta Musi Palembang bulan Desember 2019 didapatkan tingkat kekeruhan lebih dari 1200 NTU. Hal ini diakibatkan karena terikutnya material - material yang tersuspensi di pada air dari hulu dan hilir sungai. Berdasarkan data Desember 2019, pengolahan air baku di PDAM Tirta Musi membutuhkan biaya sebesar Rp3.390,- per satu meter kubik air bersih. Untuk menekan biaya pengolahan, maka perlu dikembangkan metode yang menggantikan penggunaan bahan kimia, diantaranya yaitu dengan menggunakan kuat medan elektromagnetik pada proses pengolahan air baku.

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan untuk mengurangi tingkat kekeruhan (*turbidity*) dan warna umumnya dengan menggunakan bahan kimia sebagai koagulan. Metode ini kurang ekonomis untuk diterapkan pada industri karena membutuhkan biaya yang tinggi. Karena itu peneliti menggunakan proses yang memanfaatkan kuat medan elektromagnetik untuk meminimalisir penggunaan bahan kimia sebagai koagulan sehingga dapat menekan biaya pengolahan air baku.

Penelitian pengolahan air baku maupun air limbah menggunakan proses medan elektromagnetik telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Namun penelitian tersebut belum mengkaji tentang pengolahan air baku tanpa menggunakan bahan kimia, sehingga diharapkan dapat meminimalisir biaya operasional salah satunya menggunakan medan magnet. Pengolahan air menggunakan medan magnet merupakan penelitian yang menarik, karena prosesnya tanpa menggunakan energi (Othman dkk., 2019) dan memiliki potensi yang tinggi untuk pengolahan fisik air

yang lebih ramah lingkungan dibandingkan proses penggunaan senyawa kimia (Simonic dan Urbancl, 2017).

Jiang dkk. (2015) meneliti tentang pengaruh medan magnet pada proses presipitasi kalsium karbonat *hard water*. *Permanent magnetic* dengan variasi *magnetic flux density* 0,03-3,4 T digunakan untuk menyelidiki efek medan magnet pada waktu induksi, konduktivitas listrik, alkalinitas total dan kekeruhan sampel air. Keberadaan medan magnet meningkatkan tingkat nukleasi tingkat kalsium karbonat, menghambat pengurangan konduktivitas listrik, menghambat reduksi kandungan bikarbonat dan membentuk presipitasi kalsium karbonat. Hasil yang diperoleh adalah peningkatan *turbidity removal efficiency* dari 60% menjadi 99,48% pada *magnetic flux density* 0,7 T. Sedangkan hasil tanpa menggunakan *magnetic field* hanya 18,19% pada 1,5 jam dan mencapai nilai maksimum sebesar 39,14%.

Shang dkk. (2007) melakukan penelitian pengolahan air baku dengan kekeruhan tinggi melalui metode agregasi magnetik dengan yang diaplikasikan pada medan magnet dengan parameter operasinya adalah dosis partikel magnetik nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , Natrium hidroksida dan asam hidroklorik digunakan untuk mengatur pH larutan. Variasi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah 0,96-4,80 g, dilakukan pencampuran dengan dengan dua tahap, cepat dan lambat. Kondisi cepat pada 100 rpm selama 3 menit, kemudian perlahan-lahan dicampur selama 30 menit pada 25 rpm. Agregasi magnetik dilakukan selama 30 menit dan sampel diambil tiap 2 menit untuk mengukur tingkat kekeruhan. Hasil yang diperoleh adalah dosis magnetit 2,88-3,36 g/L, kekeruhan menurun dari 130 menjadi 20 NTU. Dosis 3,36-4,8 g/L, kekeruhan menurun dari 20 menjadi 18 NTU.

Waleed dkk. (2013) meneliti pengaruh medan magnet pada proses koagulasi dan mengurangi dosis koagulan (dosis optimal sekitar 10 mg/L). Bahan kimia yang digunakan adalah aluminium sulfat dengan beberapa tingkatan proses. Sebagai *raw material* dengan membandingkan dua sampel air untuk penentuan penurunan *turbidity removal efficiency*. Variasi intensitas medan magnet adalah 1,38 T, 2,76 T, 4,14 T, 5,52 T, 6,9 T, 8,28 T. Kekeruhan berkurang dari 662 NTU menjadi 0,36 NTU dan dari 45,25 NTU menjadi 0 NTU.

Merzouk dkk. (2009) menggunakan proses elektrokoagulasi (EC). Proses ini sangat efektif dalam menghilangkan polutan organik, zat warna dan pengurangan timbunan lumpur. Parameter penelitian ini adalah pH, konsentrasi awal, waktu proses, *current density*, jarak antar elektroda dan konduktivitas pada air limbah tekstil sintetis dengan proses *batch electrocoagulation-electroflotation* (EF). Tipe *batch* reaktor EC-EF dioperasikan dengan variasi *current density* (11.55, 18.6, 35.94, 56.64, 74.07 dan 91.5 mA/cm<sup>2</sup>) dan variasi jarak antarelektroda (1, 2 dan 3 cm). Larutan gel silika 300 mg/L gel. Hasil yang diperoleh adalah *turbidity removal efficiency* sebesar 89,54% diperoleh tanpa koagulan pada *current density* 11,55 mA/cm<sup>2</sup>.

Fang He dan Jianguo Wang (2018) melakukan penelitian terhadap penggunaan air hasil pengolahan dengan elektromagnetik sebagai pendingin di *heat exchanger*. Selain berpengaruh terhadap parameter kekeruhan, pH, dan oksigen terlarut, variasi waktu penggunaan medan elektromagnetik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan nilai konduktivitas air. Tingginya nilai konduktivitas air menyebabkan air memiliki resistensi fouling pada permukaan *heat exchanger*. Efisiensi anti fouling pada percobaan variasi frekuensi magnetik 1kHz dan 5kHz masing-masing adalah 91,23% dan 46,97%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pembentukan anti fouling yang baik pada air penukar panas adalah pada frekuensi rendah.

Lu Lin dkk. (2020) mengatakan dalam penelitiannya bahwa akibat dari penggunaan bahan kimia dalam pengolahan air menyebabkan beberapa masalah seperti munculnya *scale* atau kerak pada alat pengolahan. Hal ini tentu memberikan efek yang buruk bagi sisi teknis dan ekonomi, bahkan dari sisi kesehatan jika *scale* ini terbawa air dan dikonsumsi. Oleh karena itu, penggunaan teknik pengolahan air yang non kimia seperti penggunaan medan elektromagnetik adalah pilihan yang aman. Hanya saja, beberapa literatur yang tersedia terkait efektivitas penggunaan medan elektromagnetik dalam pengolahan air belumlah jelas berdasarkan literatur yang tersedia, terutama kurangnya penilaian kuantitatif dan evaluasi sistematis dari efektivitas teknologi tersebut.

## 1.2 1.2 Rumusan Masalah

Umumnya proses untuk mengurangi tingkat kekeruhan (*turbidity*) dan warna masih memerlukan biaya yang cukup tinggi pada pengolahan air baku karena menggunakan bahan kimia yaitu koagulan (Ramadhan, 2016). Pemakaian bahan kimia untuk menurunkan tingkat kekeruhan dan warna tidak bisa digeneralisasi untuk semua air baku sehingga sering terjadi ketidakefektifan untuk tujuan penjernihan air. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebagai alternative adalah penggunaan medan elektromagnetik, hanya saja pada penelitian-penelitian tersebut masih ditambahkan senyawa kimia baik PAC atau kaolin. Sehingga belum dapat diukur keefektifan dari penggunaan medan elektromagnetik terhadap pengaruh nilai kekeruhan dan warna yang dihasilkan. Oleh karena itu penelitian ini mencoba melakukan pengolahan air baku dari Sungai Ogan yang dilakukan variasi nilai keasamannya untuk kemudian diproses hanya menggunakan medan elektromagnetik dan diatur kuat arus dan lamanya proses berlangsung. Sehingga pada penelitian ini dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti adalah berikut ini:

1. Apakah teknologi pengolahan air Sungai Ogan yang hanya menggunakan kuat medan elektromagnetik sudah efektif untuk memenuhi standar baku mutu air minum dari parameter nilai kekeruhan dan warna yang ada pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia?
2. Bagaimana pengaruh kuat medan elektromagnetik (15, 25, 35, dan 45 volt), derajat keasamaan air baku (2 s.d 5) dan laju alir (13,9; 6,9; 4,6; dan 3,5 mL/detik) serta waktu proses (30, 60, 90, dan 120 menit) terhadap penurunan kekeruhan dan warna baik untuk proses batch maupun kontinyu?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mengkaji efektivitas dari penggunaan kuat medan elektromagnetik dalam pengolahan air baku sehingga memenuhi standar baku mutu air minum dari parameter nilai kekeruhan dan warna yang ada pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

2. Menganalisis pengaruh kuat medan elektromagnetik (15, 25, 35, dan 45 volt), pH air baku (2 s.d 5) dan laju alir (13,9 mL/detik, 6,9 mL/detik, 4,6 mL/detik dan 3,5mL/detik) serta waktu proses (30, 60, 90, dan 120 menit) terhadap penurunan kekeruhan dan warna baik untuk proses batch maupun kontinyu.

#### **1.4 Hipotesa**

Semakin tinggi voltase kuat medan elektromagnetik dan pH serta lamanya waktu proses maka akan meningkatkan kualitas air ditandai dengan penurunan tingkat kekeruhan (*turbidity*) dan warna pada hasil pengolahan air baku (Waleed, 2013). Dengan hanya menggunakan medan elektromagnetik dari pengolahan air baku yang berasal dari Sungai Ogan sudah dapat memenuhi standar baku mutu dari Permenkes No. 492 tahun 2010 untuk parameter kekeruhan dan warna.

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian sebagai batasan masalah dapat digambarkan sebagai berikut.

1. Air baku diperoleh dari sungai Ogan, dengan koordinat 3°02'34,5" LS; 104°76'99,1" BT
2. Proses dilakukan secara batch
3. Temperatur proses 31°C – 35,5°C dan tekanan proses atmosfer
4. Variasi tegangan kuat medan elektromagnetik (15, 25, 35, dan 45 volt)
5. Analisa awal air baku dan akhir setelah proses pengolahan meliputi tingkat kekeruhan dan warna.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk memberikan suatu alternatif proses pada pengolahan air baku menjadi air yang layak diminum tanpa memakai bahan kimia sebagai koagulan sehingga dapat menekan biaya pengolahan air baku, sebagai pengembangan ilmu / teknologi dan ke pemerintahan / masyarakat serta ke perusahaan.

## DAFTAR RUJUKAN

1. Abdullah, M., 2017. *Fisika Dasar II*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
2. Abel, P. D., 2002. *Water Pollution Biology*. Taylor and Francis Ltd. Edisi 2, Cornwall.
3. Alimi, F., Tlili, M.M., Amor, M. B., Maurin, G., dan Gabrielli, C., 2009. Effect of Magnetic Water Treatment on Calciu Carbonate Precipitation: Influence of the Pipe Material. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 48 (8): 1327-1332.
4. Alkhazan, M. M. K. dan Saddiq, A. A., 2010. The Effect of Magnetic Field on the Physical, Chemical, and Microbiological Properties of the Lake Water in Saudi Arabia. *Journal of Evolutionary Biology Research*, 2 (1): 7-14.
5. Ambashta, R. D., dan Sillanpää, M., 2010. Water Purification Using Magnetic Assistance. *Journal of Hazardous Materials*, 180 (1): 38-49.
6. Ardra, B., 2019. Pengolahan Air Limbah Secara Adsorpsi. <https://ardra.biz/sain-teknologi/ilmu-dan-teknologi-terapan/pengolahan-air-secara-adsorpsi/>. diunduh pada tanggal 29 Juli 2020.
7. B. Merzouk, B. Gourich, A. Sekki, K. Madani, dan M. Chibane, 2008. Removal turbidity and separation of heavy metals using electrocoagulation-electroflotation technique. *Journal of Hazardous Materials*, 164 (1): 215-222.
8. Chang, M. C., dan Tai, C. Y., 2010. Effect of the Magnetic Field on the Growth Rate of Aragonite and the Precipitation of CaCO<sub>3</sub>. *Chemical Engineering Journal*, 164 (1): 1-9.

9. Davis, M. L., dan Cornwell, D. A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. McGraw-Hill, New York.
10. Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta.
11. Ernesh, E., Onyeka, O., David, N., dan Blessing, O., 2017. Effects of pH, Dosage, Temperature and Mixing Speed on The Efficiency of Water Melon Seed in Removing the Turbidity and Colour of Atabong River, Awka-Ibom State, Nigeria. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*, 3 (5): 431-432.
12. Fang He dan Jianguo Wang, 2018. Statistical Analysis of Circulating Water Quality Parameters under Variabel-Frequency Vertical Electromagnetic Fileds. *Processes* 2018, 6: 182.
13. Fachry, A. R., Tumanggor, J., dan Yuni, N. P. E., 2008. Pengaruh Waktu Kristalisasi dengan Proses Pendinginan Terhadap Pertumbuhan Kristal Amonium Sulfat dari Larutannya. *Jurnal Teknik Kimia*, 15 (2).
14. Fitzpatrick, C., Fradin, E., dan Gregory., 2004. Temperature Effects in Flocculation using Different Coagulant. *Water Science and Technology*, 50 (12): 173.
15. Gholizadeh, M., Arabshahi, H., dan Benam, M. R., 2005. The Effect of Magnetic Field on Scale Prevention in The Industrial Boilers. *International Journal of Applied Chemistry*, 1 (1):84-89.
16. Gregory, J., dan Guidail, B., 1991. Effects of Dosing and Mixing Conditions on Polymer Flocculation of Concentrated Suspensions. *Chemical Engineering Communications*, 108 (1991): 8.



17. Griffiths, D. J., 2013, *Introduction to electrodynamics*, 4rd edition. Cambridge University Press, Chambridgeshire
18. Hamasah Private, 2017. Materi Fisika Kelas XII: Medan Magnet. [www.hamasahprivate.com](http://www.hamasahprivate.com), diunduh pada tanggal 29 Juli 2020.
19. Hua Zengb, Yiran Liab, Fengyu Xuc, Hao Jiangb, dan Weimin Zhangb. 2015. Feasibility of turbidity removal by high-gradient superconducting magnetic separation. *Journal Separation Science and Technology*, 52 (4): 634-643.
20. Jiadong Xiao, Yongbing Xie, dan Hongbin Cao, 2015. Organic Pollutants Removal in Wastewater by Heterogeneous Photocatalytic Ozonation. *Chemosphere*, 121: 1-17.
21. Johan, S., Fadil, O., dan Zularisham, A., 2004. Effect of Magnetic Fields on Suspended Particles in Sewage. *Malayasian Journal Science*, 23: 141-148.
22. Lili Jiang, Jianliang Zhang & Dongkui Li, 2015. Effects of permanent magnetic field on calcium carbonate scaling of circulating water. *Journal of Desalination and Water Treatment*, 53 (5): 1-11.
23. Lu Lin, dkk., 2020. A Critical Review of The Application of Electromagnetic Fields for Scaling Control in Water Systems: Mechanisms, Characterization, and Operation. *Nature Partner Journals*, 25: 1-19.
24. Lusiana, U., dan Cahyanto, H. A., 2014. Penggunaan Kaolin Kalimantan Barat Sebagai Pigmen Extender dalam Pembuatan Cat Tembok Emulsi. *BIOPROPAL INDUSTRI*, 5 (2): 45-51.
25. Marti, N. W., 2009. Pengembangan Media Pembelajaran Gaya dan Tekanan Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama Kelas VII. *JPTK*, 6 (2): 55-70.

26. Najafpoor, A. A., Davoudi, M., dan Salmani, E. R., 2017. Decolorization of Synthetic Textile Wastewater Using Electrochemical Cell Divide by Cellulosic Separator. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 15 (11).
27. Navratil, J. D., dan Tsair, M. T. S., 2002. Magnetic Separation of Iron and Heavy Metals from Water. *Water Science and Technology*, 47 (1): 29-32.
28. Neil, M., 2004. Microbiological Indices for Total Coliform and E. Coli Bacteria in Estuarine Waters. *Mar. Pollut. Bull.*, 49: 752-760.
29. Nugraha, A. T., 2020. Medan Magnet dan Induksi Elektromagnet. <https://lecturer.ppns.ac.id/anggaratnugraha/medan-magnet-dan-induksielektromagnet> , diunduh pada tanggal 29 Juli 2020.
30. Othman, A., Sohaili, J., dan Supian, N. S., 2019. A Review: Methologies Review of Magnetic Water Treatment as Green Approach of Water Pipeline System. *Pertanika Journal Science and Technology*, 27 (1): 281:296.
31. Othman, Z., Bahtia, S., dan Ahmad, A., 2008. Influence of The Settleability Parameters for Palm Oil Mill Effluent (Pome) Pretreatment by Using Moringa Oleifera Seeds as An Environmental Friendly Coagulant. *International Confrence on Environment 2008 (ICENV 2008)*. University Sains Malaysia.
32. Pemerintah Indonesia, 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indoneisa No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Lembaran RI Tahun 2010 No. 492, Sekretariat Negara, Jakarta
33. PDAM Tirta Musi, 2019. Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Tanggal 12 November 2019, PDAM Tirta Musi, Palembang.

34. \_\_\_\_\_, Data Evaluasi Akhir Tahun 2019, PDAM Tirta Musi, Palembang.
35. Pramusinto, K. dan Suryono, 2016. Sistem Monitoring Kekerusuhan Air Menggunakan Wireless Sensor System Berbasis Web. *Youngster Physics Journal*, 5 (4):203-210.
36. Ramadhan, D., 2016. Peran Koagulasi dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektivitas Biaya dalam Proses Pengolahan Air dan Air Limbah, [https://www.researchgate.net/publication/312160091\\_Peran\\_Koagulasi\\_dalam\\_Meningkatkan\\_Efisiensi\\_Pemrosesan\\_dan\\_Efektivitas\\_Biaya\\_dalam\\_Proses\\_Pengolahan\\_Air\\_dan\\_Air\\_Limbah](https://www.researchgate.net/publication/312160091_Peran_Koagulasi_dalam_Meningkatkan_Efisiensi_Pemrosesan_dan_Efektivitas_Biaya_dalam_Proses_Pengolahan_Air_dan_Air_Limbah), diunduh pada tanggal 31 Juli 2019.
37. Raman, C. D., dan Kanmani, S., 2018. Decolorization of Mono Azo Dye and Textile Wastewater Using Nano Iron Particles. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 38
38. Risdianto, D., 2007. *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul)*. Tesis Magister Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.
39. Rosyidah, M., 2017. Analisis Kualitas Air Sungai Ogan sebagai Sumber Air Baku Kota Palembang. *Jurnal Redoks*, 2 (1): 48-52.
40. Sakti, I. N., 2013. *Modifikasi Antena Televisi Jenis YAGI Sebagai Penguat Sinyal Modem Menggunakan Sistem Induksi*. Skripsi Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang.
41. Sawyer, C. N., dan McCarty, P. L., 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*, McGraw-Hill, New York.

42. Shang-Lien Lo, Yung-Li Wang and Ching-Yao Hu, 2007. High Turbidity Reduction During The Storm Period By Applied Magnetic Field. *Journaal Environment Eng. Manage*, 17 (5): 365-370.
43. Sihite dan Victor, 2019. Profil PDAM Kota Padang Menuju Pelayanan Berbasis Digital, *Majalah Air Minum PERPAMSI*, Edisi 288: 43.
44. Simonic, M. dan Urbancl, D., 2017. Alternating Magnetic Field Influence on Scaling in Pump Diffusers. *Journal of Cleaner Production*, 156: 445-450.
45. Smirnov, J. V., 2003. BioMagnetic Hydrology. The Effect of a Specially Modified Electromagnetic Field on the Molecular Structure of Liquid Water. *Global Quantec. Inc.*
46. Stephenson, R., dan Duff, J. 1996. Coagulation and precipitation of a mechanical pulping effluent: Removal of Carbon, Colour and turbidity. *Water Research*, 30 (4): 783.
47. Tamam, I. B., Koerniawan, T., dan Ichsan, M. N., 2017. Analisa Pembangunan Saluran Transmisi 275 kV Antara GI Kiliranjao dan GI Payakumbuh. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 9 (1): 93-99.
48. Tsouris, C., Depaoli, D. W., Shor, J. T., Hu, M. Z. C., dan Ying, T. Y., 2001. Electrocoagulation for Magnetic Seeding of Colloidal Particles, Colloidal Particles, Colloids Surf. *Physicochem. Eng. Asp*, 177: 223-233.
49. Wachinski, A. M., 2003. *Principles and Practices of Water Supply Operation: Water Quality*. Edisi 3, American Water Works Association, New York.
50. Waleed, M. Sh., Albayati, M. B. A., Radeef, A. Y., dan Rejab, M. M., 2013. Influence of Magnetic Field on The Efficiency of The Coagulation Process to

Remove Turbidity from Water. *International Review of Chemical Engineering (I.RE.CHE)*, 5 (4).

51. Wie, M., Liyan, G., Xuehu, L., dan Yu, J., 2000. Effects and Mechanism of Magnetic Field on the Form and Structure of Phosphate. *Chem. J.*, 2: 11-15.
52. Wirandani, Y., Sudarno, dan Purwanto, 2017. Pengolahan Lindi menggunakan Metode Koagulasi Flokulasi dengan Koagulan FeCl<sub>3</sub> (Ferric Chloride) dan Aops (Advanced Oxidation Process) dengan Fe-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Studi Kasus: Tpa Jatibarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6 (1): 2.
53. Xu YB. Dan Sun SY., (2008). Effect of Stable Weak Magnetic Field on Cr (VI) Bio-removal in Anaerobic SBR System. *Biodegradation*, 19: 455-462.
54. Yuliati, S., 2006. *Proses Koagulasi–Flokulasi pada Pengolahan Tersier Limbah Cair PT. Capsugel Indonesia*. Skripsi Program Studi Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
55. Zhang, G., Qu, J., Liu, H., Cooper, A. T., dan Wu, R., 2007. CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Activated Carbon Composite: A Novel Magnetic Adsorbent for The Removal of Acid Orange II and Catalytic Regeneration. *Chemosphere*, 68: 1058-1066.