

511/TA-SS/TL-1/FT/XI/2019

LAPORAN TUGAS AKHIR

(EV-002)

**PENYISIHAN BESI (*FE*) DAN MANGAN (*MN*) PADA AIR
TANAH BUATAN (*ARTIFISIAL*) DENGAN MENGGUNAKAN
BIJI KELOR (*MORINGA OLEIFERA*)**

Disusun Oleh

Vinsensius Marianus

143050023



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2019

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

(EV-002)

**PENYISIHAN BESI (*FE*) dan MANGAN (*MN*) PADA AIR TANAH
(ARTIFISIAL) DENGAN MENGGUNAKAN BIJI KELOR
(*MORINGA OLEIFERA*)**

Disusun oleh

Vinsensius Marianus

143050023

Telah Disetujui dan Disahkan pada

Desember 2019

Pembimbing 1

(Dr.Evi Afiatun.,Ir. MT)

Pembimbing II

(Deni Rusmaya. ST.MT)

Penguji 1

(Sri Wahyuni, ir.,MT)

Penguji II

(Astri W.Hasbiah.ST. M.EV)

Penyisihan Besi (*Fe*) dan Mangan (*Mn*) Pada Air Tanah Buatan (*Artifisial*) Dengan Menggunakan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*)

Vinsensius Marianus, Evi Afiatun, Deni Rusmaya

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Jl. Dr. Setiabudhi No. 193 Bandung

ABSTRAK

Air tanah mengandung berbagai mineral, antara lain Besi dan Mangan. Besi (*Fe*) dan Mangan (*Mn*) yang berlebihan dalam air memerlukan pengolahan. Salah satu pengolahan adalah Koagulasi Dan Flokulasi. Biji kelor memiliki kemampuan sebagai koagulan karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga dapat menyisihkan kandungan Besi dan Mangan dalam air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyisihkan konsentrasi Besi dan Mangan dengan menggunakan biji Kelor, dengan dosis mulai dari 100 mg sampai 500 mg, serta mendapatkan waktu pengendapan mulai dari 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit. Masing-masing larutan Fe dan Mn dikontakkan dengan serbuk Biji kelor, melalui proses jartest, sebagai pendekatan proses Koagulasi-Flokulasi. Setelah dilakukan perlakuan, sampel Besi dan Mangan diperiksa dengan menggunakan Spektrofotometri. Dari penentuan dosis optimum didapatkan dosis biji kelor yang digunakan untuk mengikat Besi untuk Konsentrasi 0,3 mg/l sebanyak 100 mg, konsentrasi 0,9 mg/l sebanyak 400 mg/l, konsentrasi 1,5 mg/l sebanyak 400 mg, konsentrasi 2,1 Mg/l sebanyak 500 mg/l, konsentrasi 2,7 mg/l sebanyak 500 mg/l, konsentrasi 3,3 mg/l sebanyak 300 mg/l dan konsentrasi 4 mg/l sebanyak 400 mg/l. Untuk konsentrasi Besi 0,3-2,1 mg/l bisa digunakan biji kelor sebagai penyisih kandungan Besi, sedangkan 2,7 mg/l – 4mg/l digunakan sebagai *co-coagulant*. Untuk Mangan (*Mn*) antara lain : untuk Konsentrasi 0,3 mg/l sebanyak 100 mg, konsentrasi 0,9 mg/l sebanyak 100 mg/l, konsentrasi 1,5 mg/l sebanyak 200 mg, konsentrasi 2,1 Mg/l sebanyak 200 mg, konsentrasi 2,7 mg/l sebanyak 300 mg/l, konsentrasi 3,3 mg/l sebanyak 300 mg/l dan konsentrasi 4 mg/l sebanyak 400 mg/l. Untuk konsentrasi Mangan 0,3 mg/l - 2,7 mg/l bisa digunakan biji kelor untuk menyisihkan kandungan mangan sedangkan konsentrasi mangan 3,3 dan 4 mg/l digunakan sebagai *co-coagulant*. Sedangkan waktu pengendapan untuk Besi (*Fe*) dengan konsentrasi 0,3 mg/l pada menit ke 30, konsentrasi 0,9 mg/l pada menit ke 60, konsentrasi 1,5 mg/l pada menit ke 120 menit, pada konsentrasi 2,1 mg/l pada menit ke 60, konsentrasi 2,7 mg/l pada menit ke 60, konsentrasi 3,3 mg/l pada menit ke 60 dan konsentrasi 4 mg/l pada menit ke 90. Waktu pengendapan Mangan konsentrasi 0,3 mg/l pada menit ke 30, konsentrasi 0,9 mg/l pada menit ke 30, konsentrasi 1,5 mg/l pada menit ke 30 menit, pada konsentrasi 2,1 mg/l pada menit ke 60, konsentrasi 2,7 mg/l pada menit ke 150, konsentrasi 3,3 mg/l pada menit ke 120 dan konsentrasi 4 mg/l pada menit ke 150.

Kata kunci : Besi, Biji Kelor, Koagulasi-Flokulasi, Mangan , Pengendapan

Allowance for iron (Fe) and manganese (Mn) by Using the Seed of the Kelor (*Moringa Oleifera*)

Vinsensius Marianus, Evi Afiatun, Deni Rusmaya

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Jl. Dr. Setiabudhi No. 193 Bandung

Abstract

Groundwater contains various minerals, including iron and manganese. Iron (Fe) and manganese (Mn) are excessive in water requiring processing. One of the processing is coagulation and flocculation. Kelor seeds have the ability as a coagulant because it has a high enough protein content that can set aside the iron and manganese content in water. The purpose of this research is to set aside the concentration of iron and manganese using Kelor seeds, with doses ranging from 100 mg to 500 mg, as well as getting precipitation time ranging from 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, 120 minutes, and 150 minutes. Each of the Fe and Mn solution is coagulated with Kelor grain powder, through the jarrest process, as a process-coagulating processes. After treatment, samples of iron and manganese were examined using spectrophotometry. From the determination of the optimum dose of seed of the kelor dose used to bind iron to concentrations 0.3 mg/l as much as 100 mg, concentration 0.9 mg/l as much as 400 mg/l, concentration 1.5 mg/l as much as 400 mg, the concentration of 2.1 Mg/L as much as 500 mg/l, concentration 2.7 mg/L as much as 500 mg/l, concentration 3.3 mg/L as much as 300 mg/l and concentration 4 mg/L as much as 400 mg/L. For Mangan (Mn) among others: for concentrations 0.3 mg/l as much as 100 mg, concentration 0.9 mg/l as much as 100 mg/l, concentration 1.5 mg/L as , concentrations 2.1 Mg/L as much as 200 mg, concentration 2.7 mg/l as much as 300 mg/l, concentration 3.3 mg/L as much as 300 mg/l and concentrations 4 mg/l as much as 400 mg/L. While precipitation time for iron (Fe) with a concentration of 0.3 mg/l at 30 minutes, concentrations 0.9 mg/l in minutes to 60, concentrations 1.5 mg/l at a minute to 120 minutes, at concentrations 2.1 mg/l at a minute to 60, concentration 2.7 mg/l at a minute to 60, concentration 3.3 mg/l at a minute to 60 and concentrations 4 mg/l at a minute to 90. Deposition time of Mangan concentration 0.3 mg/l at 30 minutes, concentration 0.9 mg/l at 30 minutes, concentration 1.5 mg/l in minutes to 30 minutes, at concentrations 2.1 mg/l at a minute to 60, concentration 2.7 mg/l at a minute to 150, concentration 3.3 mg/l at minutes to 120 and concentrations 4 mg/l at a minute to 150.

Keywords: iron, seeds, coagulation-flocculation, manganese, deposition

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL		
LEMBAR PENGESAHAN		
KATA PENGANTAR		i
ABSTRAK		iii
DAFTAR ISI		v
DAFTAR TABEL		viii
DAFTAR GAMBAR		ix
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Pendahuluan	I-1
1.2	Maksud dan Tujuan Penelitian	I-3
1.3	Ruang Lingkup Penelitian	I-3
1.4	Tempat Pelaksanaan Penelitian	I-3
1.5	Sistematika Penulisan	I-4
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
2.1	Sumber-sumber Air Baku Air Minum	II-1
2.1.1	Air Permukaan	II-2
2.1.2	Air Tanah	II-3
2.1.3	Air Hujan	II-5
2.2	Parameter-parameter Spesifik Pada Sumber Air Minum Besi dan Mangan	II-6 II-6
2.3	Proses-proses Penyisihan Besi (Fe) dan Mangan (Mn)	II-9
2.3.1	Aerasi	II-9
2.3.1.1	Metode Aerasi	II-9
2.3.1.2	Faktor yang Mempengaruhi Aerasi	II-10
2.3.2	Koagulasi-Flokulasi	II-11
2.3.2.1	Koagulasi	II-11
2.3.2.2	Flokulasi	II-14
2.3.2.3	Definisi Jartest	II-18
2.3.2.4	Prinsip Kerja Jartest	II-18
2.3.3	Sedimentasi	II-20
2.3.4	Filtrasi	II-21
2.3.4.1	Definisi	II-21
2.3.4.2	Proses Aerasi-Filtrasi	II-22
2.3.4.3	Proses Khlorinasi-Filtrasi	II-22
2.3.4.4	Proses Filtrasi dengan Mangan Zeolit	II-23
2.4	Tanaman Kelor	II-23
2.4.1	Klasifikasi Tanaman Kelor	II-24
2.4.2	Biji Kelor	II-25
2.4.2.1	Biji Kelor Sebagai Protein	II-26

	2.4.2.2 Biji Kelor Sebagai Koagulan	II-26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Umum	III-1
3.2	Alat dan Bahan Yang Digunakan	III-3
	3.2.1 Alat	III-3
	3.2.2 Bahan	III-4
3.3	Pemeriksaan Sampel Besi dan Mangan	III-4
	3.3.1 Pemeriksaan Sampel Besi	III-4
	3.3.2 Pemeriksaan Sampel Mangan	III-5
3.4	Penelitian Pendahuluan	III-5
	3.4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan Kadar Fe dan Mn	III-5
	3.4.2 Pembuatan Larutan Induk dan Air Tanah Artifisial Untuk Besi dan Mangan	III-5
	3.4.2.1 Pembuatan Larutan Induk Besi	III-5
	3.4.2.2 Pembuatan Larutan Induk Mangan	III-6
	3.4.2.3 Pembuatan Air Artifisial Sampel Besi	III-6
	3.4.2.4 Pembuatan Air Artifisial Sampel Mangan	III-7
	3.4.3 Pembuatan Deret Standar dan Kurva Kalibrasi Besi	III-8
	3.4.4 Pembuatan Deret Standar dan Kurva Kalibrasi Mangan	III-8
	3.4.5 Pembuatan Bahan Koagulan Alami	III-8
3.5	Penelitian Utama	III-9
	Menentukan Kemampuan Biji Kelor untuk Fe dan Mn	III-9
3.6	Perhitungan Persen Penyisihan Kadar Besi dan Mangan	III-12
3.7	Spektrofotometri	III-13
	Proses Absorpsi Cahaya Pada Spektrofotometri	III-16
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Umum	IV-1
4.2	Tahapan Penelitian Pendahuluan	IV-1
	4.2.1 Pengambilan Sampel Air Tanah	IV-1
	4.2.2 Pembuatan Kurva Standar Besi dan Mangan	IV-3
	4.2.2.1 Kurva Standar Besi (Fe)	IV-3
	4.2.2.2 Kurva Standar Mangan (Mn)	IV-4
4.3	Persiapan Penelitian	IV-6
	Pembuatan Bahan Koagulan Alami Biji Kelor	IV-6
4.4	Tahapan Penelitian	IV-8
	4.4.1 Penentuan Dosis Optimum Besi dan Mangan	IV-9
	4.4.1.1 Penentuan Dosis Untuk Besi	IV-10
	4.4.1.2 Penentuan Dosis Untuk Mangan	IV-17
	4.4.1.3 Rekapitulasi Dosis Terpilih	IV-24
	4.4.2 Waktu Pengendapan Besi dan Mangan	IV-27
	4.4.2.1 Waktu Pengendapan Besi	IV-28
	4.4.2.2 Waktu Pengendapan Mangan	IV-35

4.5	Pengaruh Protein Terhadap Penurunan Konsentrasi Besi dan Mangan	IV-43
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	V-1
5.1	Saran	V-2



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Air merupakan material yang membuat kehidupan terjadi di bumi. Menurut dokter dan ahli kesehatan manusia wajib minum air putih 8 gelas per hari. Tumbuhan dan binatang juga membutuhkan air (Kodoatie,2005). Dapat dikatakan air merupakan salah satu sumber kehidupan. Oleh karena itu, pemeliharaan akan kualitas dan kuantitas air bersih sangatlah penting demi suatu kelestarian lingkungan yang berkelanjutan. (Manurung dkk,2012)

Mengutip Lembar Fakta SDGs yang diterbitkan oleh Bappenas, tahun 2015 sudah 70,97% rumah tangga di Indonesia yang memiliki akses air minum layak. Di perkotaan, angka capaiannya telah berada di 81,30%, sementara di perdesaan baru di angka 60,58%. Komposisi tak berbeda jauh juga ditemukan pada kelayakan sanitasi rumah tangga dengan capaian angka 62,14% untuk seluruh Indonesia. Sudah 76,36% rumah tangga perkotaan yang mempunyai sanitasi layak. Sementara baru 47,84% rumah tangga perdesaan dengan sanitasi layak. Berpijak pada hasil MDGs, selama kurun waktu 2011 – 2015 di Indonesia telah dibangun berbagai infrastruktur untuk menunjang ketersediaan air bersih dan sanitasi yang mencukupi. Namun demikian, hingga kini masih ada masyarakat Indonesia yang belum terjangkau air bersih. Menjadi sebuah ironi ketika di tengah sumber daya alam Indonesia yang melimpah, terungkap fakta bahwa sebagian masyarakat Indonesia sulit memperoleh air bersih. Bahkan, beberapa lokasi sulit air bersih letaknya tidak jauh dari kota-kota besar.

Air tanah sering mengandung zat besi (*Fe*) dan mangan (*Mn*) cukup besar. Adanya kandungan Fe dan Mn dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning-coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara. Di samping dapat mengganggu kesehatan juga menimbulkan bau yang kurang enak serta

menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian. (Hendrawati,dkk,2013)

Pada umumnya, metode pengolahan air untuk menghilangkan besi (Fe) dan Mangan (Mn) adalah metode fisik, kimia, biologi maupun kombinasi dari masing-masing metode tersebut. Metode fisik dapat dilakukan dengan cara filtrasi, aerasi, presipitasi, elektrolitik, pertukaran ion (*Ion Exchange*), adsorpsi dan sebagainya. Metode kimia dapat dilakukan dengan pembubuhan senyawa khlor, permanganat, *ozon polyphosphat*, koagulan, flokulan, dan sebagainya. Metode biologi dapat dilakukan dengan cara menggunakan mikroorganisme autotropis tertentu seperti bakteri besi yang mampu mengoksidasi senyawa besi dan mangan. yang umum digunakan adalah pengolahan secara fisika-kimia yakni koagulasi-flokulasi diikuti dengan sedimentasi. Dalam proses koagulasi-flokulasi biasanya digunakan alum sebagai koagulan (*Eckenfelder, 1989*). Beberapa jenis koagulan anorganik yang banyak digunakan dalam pengolahan air atau limbah cair diantaranya aluminium sulfat (alum), polialuminium klorida (PAC), besi sulfat (II), besi klorida (II), dan lain-lain (Metcalf dan Eddy, 1979 dalam Manurung dkk, 2012).

Selain koagulan anorganik, tersedia pula alternatif sebagai koagulan organik alami dari tanaman yang mudah diperoleh. Koagulan alami yang biasa digunakan antara lain biji asam jawa dan biji kelor. Koagulan alami ini biodegradabel dan aman bagi kesehatan manusia (Rahayu, 2011 dalam Manurung dkk, 2012). Kelompok penelitian *The Environmental Engineering Group* di Universitas Leicester, Inggris, telah lama mempelajari potensi koagulan alami dalam proses pengolahan air skala kecil, menengah dan besar. Penelitian ini dipusatkan terhadap potensi koagulan dari tepung biji tanaman kelor (*Moringa oleifera*). (Manurung dkk, 2012)

Biji kelor dapat menurunkan kadar ion Fe, Cu dan Mn serta menjernihkan kekeruhan air sungai Mahakam di Kalimantan Timur sehingga memenuhi syarat baku mutu air bersih (Arung, 2002 dalam Nurwenda dan Gandasmita, 2011).

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengolah air tanah artifisial yang mengandung konsentrasi besi dan mangan dengan menggunakan koagulan alami yaitu biji kelor atau *moringa olifeira*.

Tujuan penelitian ini adalah :

- Untuk mendapatkan kadar atau konsentrasi terbaik/optimal dari koagulan alami biji kelor, sehingga dapat menurunkan kandungan besi dan mangan dalam air tanah artifisial.
- Untuk mengetahui efektivitas dari biji kelor untuk penurunan konsentrasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada air tanah artifisial.

1.3 Ruang lingkup penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini meliputi :

- Penelitian dilakukan pada skala laboratorium.
- Konsentrasi atau kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam penelitian diperoleh dari pengambilan sampel air tanah langsung di daerah Margahayu dan Buah Batu.
- Air baku untuk proses penurunan kadar besi dan mangan merupakan air buatan atau artifisial yang konsentrasinya disesuaikan dengan konsentrasi Fe dan Mn lapangan.
- Variasi penelitian yang dilakukan adalah
 - ❖ Variasi konsentrasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn).
 - ❖ Variasi berat biji kelor (*moringa olifeira*).
 - ❖ Variasi waktu pengendapan.

1.4 Tempat Pelaksanaan Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium kualitas air dan mikroorganisme Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, jalan Doktor Setiabudhi no. 193 Bandung, Jawa Barat.

1.5 Sistematika penulisan laporan

Laporan penelitian tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

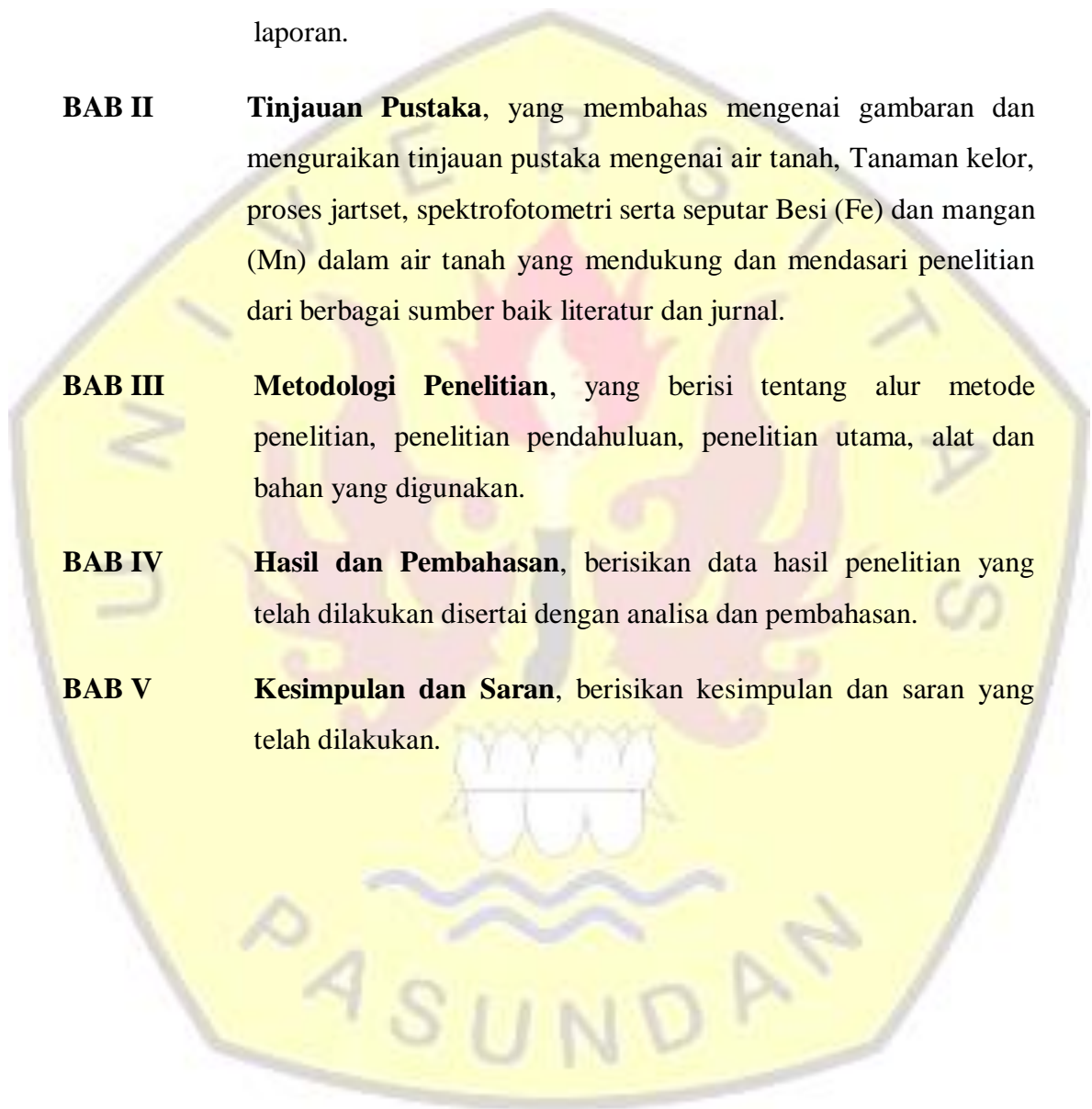
BAB I **Pendahuluan**, yang memuat tentang latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II **Tinjauan Pustaka**, yang membahas mengenai gambaran dan menguraikan tinjauan pustaka mengenai air tanah, Tanaman kelor, proses jartset, spektrofotometri serta seputar Besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air tanah yang mendukung dan mendasari penelitian dari berbagai sumber baik literatur dan jurnal.

BAB III **Metodologi Penelitian**, yang berisi tentang alur metode penelitian, penelitian pendahuluan, penelitian utama, alat dan bahan yang digunakan.

BAB IV **Hasil dan Pembahasan**, berisikan data hasil penelitian yang telah dilakukan disertai dengan analisa dan pembahasan.

BAB V **Kesimpulan dan Saran**, berisikan kesimpulan dan saran yang telah dilakukan.



DAFTAR PUSTAKA

- Afiatun, Evi., Wahyuni, Sri, Hamdan, Faizal. 2018. Perbandingan Komposisi Koagulan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*), Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L*) dan Aluminium Sulfat ($AL_2(SO_4)_3$) Untuk Menurunkan Kekeruhan Air Sungai Citarum Atas Ciparay Kabupaten Bandung. *Journal of Community Based Environmental Engineering And Management*.
- Akbar, dkk. 2015. Efektifitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Besi (Fe) dan Kalsium (Ca). Universitas Tadulako, Palu.
- Cole, F.L. (1988). *Content Analysis: Process and Application. Clinical Nurse Specialist*. 2, 53-57.
- Damayanti, D.,S, dkk. 2016. Peningkatan Kualitas Air Sumur Pada Parameter Mangan (Mn), Besi (Fe) dan Coliform dengan Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamaridus indica*) dan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) dipesantren Tahfizhul Qur'an Al-Imam Ashim. FKIK UIN Alauddin, Makassar.
- Eckenfelder Jr., W.W. 1989. *Industrial Water Pollution Control Singapore*. McGraw-Hill, Singapore.
- Fauzi, L. (2010). Pengaruh pemberian rebusan daun kelor (*moringa oleifera*) terhadap kadar asam urat darah. Skripsi, Medan: FK-UISU. Medan
- Hendrawati, dkk. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) dan Biji Kecipir (*Psophocardus Tetragonolobus L.*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. Prosiding Semirata FMIPA. Universitas Lampung, Lampung.
- Hidayat, S. 2009. Protein Biji Kelor Sebagai Bahan Aktif Penjernih Air. Universitas Muhammadiyah, Palembang.
- Larry D. Benefield & Joseph F. Judkins. 1982. Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment. *Prentice-Hall*.
- Jaiswal.D., dkk. 2009. Effect of *Moringa Oleifera* Lam. Leaves Aqueous Extract Therapy on Hyperglycemic Rats. NCBI.

- Katayon,S. dkk. 2004. Effects Of Storage Duration And Temperature of Moringa Oleifera Stock Solution On ITS Performance In Coagulation. ISSN 1823-1039
- Kodoatie,R.,J. 2005. Pengantar manajemen infrastruktur. Pustaka pelajar. Yogyakarta
- Limbong, A. 2008. Alkalinitas dan Permasalahan Untuk Air Industri. Karya Ilmiah, FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Mandasari, I & Purnomo,A. 2016. Penurunan Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air dengan Serbuk Gergaji Kayu Kamper. Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya.
- Manurung, tambak., dkk. 2012. Efektivitas biji kelor (*Moringa Oleifera*) pada pengolahan air sumur tercemar limbah domestik. Fakultas teknik LIMIT'S 8 (1). Jakarta Selatan
- Mpapa, Bahidin.,L. 2016. Analisa Kesuburan Tanah Tempat Tumbuh Pohon Jati (*Tectona Grandis L*) Pada Ketinggian Yang Berbeda. Jurnal Agrista Volume 20, N0.3.
- Muyibi,S.A.,& Evison,L.M. 1995. Moringa Oleifera Seeds For Softening Hardwater. Journal Of Water Research . 29(4), 1099-1105
- Ndbigengesere, A.,dkk.1995. *Active Agent and Mechanisme of Coagulation Of Turbidi Waters Using Moringa Oleifera*. *Wat Resources*, 2, 703-710.
- Nugraha, dkk. 2010. Pengolahan Air Limbah Kegiatan Penambahan Batubara Menggunakan Biokoagulan : Studi Penurunan Kadar TSS, Total Fe dan Total Mn Menggunakan Biji Kelor. Jurnal Presipitasi Vol. 7 No.2. ISSN 1907-187X.
- Nuwenda,W., dan Gandasamita, S. 2011. Studi Efektivitas Campuran Serbuk Biji Kelor dan Tawas Sebagai Koagulan Terhadap Kation Logam Berat dalam Air Tanah. ISBN : 978-602-19655-0-4. Bandung
- Pandia, S & Husin, A. 2005. Pengaruh Massa Dan Ukuran Biji Kelor Pada Proses Penjernih Air. Jurnal Teknologi Proses Media Publikasi Karya Ilmiah Teknik Kimia

- Rambe, M. A. 2009. Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rizal, Y., J.A. Pinem., dan M.P. Sembiring. 2013. Pengaruh Konsentrasi Koagulan pada Penyisihan BOD, COD dan TSS Air Lindi TPA Sentajo dengan Menggunakan Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Ultrafiltrasi. Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pekanbaru
- Sada, J. T., & Tanjung, R. H. R. 2010. Keragaman Tumbuhan Obat Tradisional di Kampung Nansfori Distrik Supiori Utara Kabupaten Supiori Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 2(2), 39-46.
- Soegianto, A. 2004. Metode Pendugaan Pencemaran Air dengan Indikator Biologis. Airlangga University Press. Surabaya.
- Srawaili, N. 2007. *A Caladium Seed (Moringa Oleifera) Biocoagulan Efectivity to Decrease Ferum (Fe) and Manganese (Mn) Concentration From Aqueous Solution. Journal Environmental Science*, 4(57), 3549-3556.
- Ulfiana, V., dkk. 2016. Pengaruh Pemberian Serbuk Biji Kelor ((*Moringa Oleifera*) terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Limbah Industri Batik di Karah Surabaya. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya.
- Umar, M.,R & Liong, S. 2014. Efektifitas Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (cd) pada air. Jurusan Biologi dan Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin.
- Widarti, P., S & Titah, H., S. 2007. Pengaruh Penggunaan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Penurunan Konsentrasi CU(II) dalam Limbah Cair Buatan Dengan Proses Adsorbsi. Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS, Surabaya.

<http://aplsmakbo.blogspot.com/2017/03/flocculator.html>

<http://newcorp.hort.edu> dalam prayogo, 2006

<http://revara26.blogspot.com/2014/11/air-permukaan-sebagai-sumber-air-.html>.

<http://www.thegolfclub.info/related/klasifikasi-daun-kelor.html>



