

Pengaruh Ekstrak Daun *Ipomoea batatas* L. sebagai Flokulan Fe dalam Pengolahan Air

Hana Rohana^{1,*}, Iin Maemunah¹, Yaya Sonjaya¹

¹Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 40154

*Korespondensi, e-mail: hanarohana1970@gmail.com

Submisi: 28 Maret 2023; Penerimaan: 19 April 2023

ABSTRAK

Kandungan besi (Fe) merupakan masalah yang sering ditemukan pada air tanah. Hal tersebut menyebabkan air berubah warna kekuningan dan berbau. Untuk menjernihkan serta mengurangi kandungan besi dalam air perlu adanya pengolahan air. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun *Ipomoea batatas* L. sebagai flokulan terhadap kandungan besi dalam pengolahan air. Penelitian dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama yaitu optimasi parameter-parameter optimum pengolahan dilanjutkan dengan pengolahan air menggunakan parameter-parameter optimum dengan metoda Jar test. Tahap kedua yaitu analisis kadar besi pada air hasil olahan dan non olahan dengan metoda AAS, dan analisis gugus fungsi pada daun *Ipomoea batatas* L. secara FTIR. Hasil analisis menunjukkan parameter optimum pengolahan air menggunakan ekstrak daun *Ipomoea batatas* L. sebagai flokulan adalah pH 8, dosis koagulan 50 mg/L, dosis flokulan 25 mg/L, kecepatan pengadukan koagulan 200 rpm dan kecepatan pengadukan flokulan 40 rpm masing-masing selama 10 menit. Hasil pengujian kadar besi pada air non olahan 5,13 mg/L dan pada air olahan tidak terdeteksi. Uji statistik menunjukkan perbedaan signifikan antara konsentrasi besi di dalam air sumur sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Perlakuan memberikan pengaruh berupa penurunan kandungan besi dalam air sumur. Hasil analisis gugus fungsi pada daun *Ipomoea batatas* L. mengandung -OH (3363), C=O karbonil (1653), dan C=C aromatik (1546). Simpulan hasil penelitian ini adalah ekstrak daun *Ipomoea batatas* L. berpengaruh pada penurunan kadar besi dalam air yang diduga karena mekanisme destabilisasi koloid jenis sweep floc melalui absorpsi kimia serta reaksi besi dengan flokulan yang mengandung gugus fungsi karboksilat dan fenolik.

Kata kunci : Besi; Bioflokulan; Flokulasi; *Ipomoea batatas* L; Koagulasi

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan alami untuk kehidupan manusia dan semua makhluk hidup (Effendi, 2003). Selain bersifat esensial, air juga dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga, pertanian, industri, dan sebagainya. Pemanfaatan air untuk kepentingan perlu memperhatikan aspek baku mutu (kualitas) air. Baku mutu air sebagai standar batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada, atau zat pencemar

yang ditenggang keberadaannya dalam air.

Salah satu masalah yang sering ditemukan pada air yaitu berubahnya warna air menjadi kekuningan dan berbau. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan logam termasuk besi (Fe). Besi merupakan hasil pelapukan batuan alami yang dapat ditemukan di lingkungan perairan. Persenyawaan besi dalam air laut dan tawar biasanya berupa garam feri atau garam fero bervalensi 2 (Asmadi dkk, 2011). Menurut Joko (2010), penyebab

tingginya kandungan zat besi dalam air, yaitu: rendahnya pH air, temperatur air, gas yang terlarut dalam air, dan bakteri.

Untuk menjernihkan dan mengurangi kandungan besi (Fe) dalam air perlu dilakukan pengolahan pada air. Pengolahan air menjadi salah satu materi praktikum Kimia Analisis Lingkungan pada Jurusan Kimia FPMIPA UPI. Secara teori, proses pengolahan air terdiri dari 3 metode, yaitu pengolahan fisika, kimia, dan biologi. Proses pengolahan air secara kimia dilakukan melalui proses koagulasi, flokulasi, dan pengendapan (Mayasari, 2019). Koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dimana zat (koagulan) akan mendestabilisasi dengan menetralkan muatan di permukaan koloid sehingga koloid akan bergabung dan membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga mudah diendapkan. Sedangkan flokulasi sebagai proses pembentukan flok berbentuk gumpalan dimana zat (flokulan) akan ditambahkan agar terjadi flokulasi (Manurung, 2009). Proses koagulasi dan flokulasi yang dilakukan dengan menambahkan koagulan dan flokulan bertujuan untuk mengurangi gaya tolak-menolak antar partikel koloid, partikel-partikel koloid ini akan bertabrakan dan membentuk flok-flok berukuran besar sehingga mudah diendapkan.

Hasil-hasil penelitian terkait menunjukkan ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* dapat digunakan sebagai flokulan untuk proses penjernihan air serta mampu menurunkan nilai turbiditas (Rohana dan Purwanti, 2019). Penelitian Rohana dan Asmoro (2020) juga telah mengkaji pengaruh ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* terhadap konsentrasi ion Ca dalam air. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* berpotensi menurunkan kesadahan air. Dalam

penelitian ini akan dikaji pengaruh ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* sebagai flokulan dalam menurunkan kandungan besi (Fe) dalam air. Hasil penelitian ini digunakan untuk menyusun prosedur praktikum Kimia Analisis Lingkungan pada Jurusan Kimia FPMIPA UPI.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini digunakan air sumur Cilember kota Bandung sebagai sampel, tawas ($Al_2(SO_4)_3$ 1000 mg/L sebagai koagulan, dan ekstrak dari daun *Ipomoea batatas L.* 2500 mg/L sebagai bioflokulan. Adapun peralatan yang digunakan: gelas kimia 400 ml, gelas ukur 250 ml, pipet ukur 5 ml, pipet ukur 25 ml, ball pipet, labu ukur 200 mL, labu ukur

50 ml, botol semprot, corong kaca, saringan teh, pH meter (Mettler Toledo FE20), Turbidimeter (EZDO TUB430), Mechanical stirrer (EYELA Mazela Z), Neraca Analitik (Mettler Toledo ME204), AAS (Qualites WFX 100 SERIES), Freeze dryer (EYELA), dan FTIR (Shimadzu 8400). Sampel terlebih dahulu dilakukan pengujian fisik, meliputi: pH, warna, bau, kekeruhan, dan kandungan besi (Fe).

Optimasi Parameter Pengolahan

Penelitian ini dilaksanakan melalui 2 tahap. Tahap pertama, optimasi parameter pengolahan dengan memvariasikan nilai-nilai setiap parameter yaitu: pH (5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5), dosis koagulan (10, 20, 30, 40, 50, 60 mg/L), dosis flokulan (7,5; 10; 12,5; 25; 37,5 mg/L), kecepatan pengadukan koagulan (150; 200; 250; 300; 350 rpm), kecepatan pengadukan flokulan (20; 30; 40; 50; 60 rpm), waktu pengadukan koagulan (2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 menit), dan waktu pengadukan flokulan (2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 menit). Hasil optimasi

didiamkan selama 15 menit kemudian diukur nilai turbiditasnya. Parameter pengukuran optimum diambil dari nilai turbiditas yang terkecil. Optimasi dan pengolahan air dilakukan dengan menggunakan metoda *Jar test* (SNI 19-6449-2000).

Analisis Kadar Besi

Tahap kedua, air hasil olahan selanjutnya dianalisis kadar besinya dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (SNI 6989.4:2009). Hasil pengukuran kadar besi pada air olahan kemudian dibandingkan dengan kadar besi pada air non olahan. Analisis gugus fungsi dilakukan pada daun *Ipomoea batatas L.* dengan *Fourier Transform Infra Red*. Uji signifikansi secara statistik dilakukan untuk melihat pengaruh perlakuan ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* terhadap sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Awal Sampel

Tabel 1. Kondisi Awal Sampel

Parameter	Hasil
Warna	Jernih kehijauan
Bau	Berbau karat
pH	7,00
Besi (Fe)	5,13 mg/L
Kekeruhan	54,5 NTU

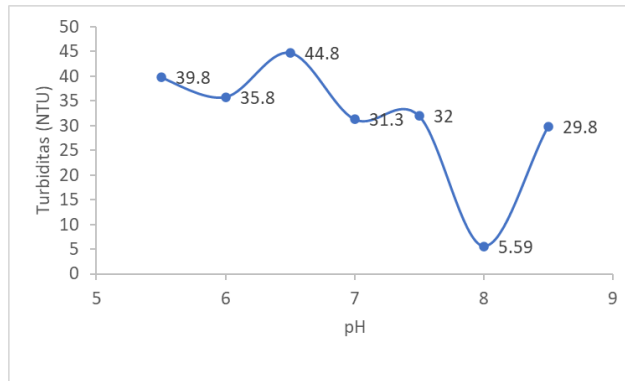
Tabel 2. Parameter Optimasi pH

Parameter	Koagulan	Flokulan
Turbiditas awal	54,5 NTU	
pH	5,5; 6,0; 6,5;7,0;7,5;8,0;8,5	
Dosis	2 mL	1 mL
Kecepatan pengadukan	300 rpm	60 rpm
Waktu pengadukan	7,5 menit	7,5 menit

Optimasi parameter optimum pengolahan dilakukan untuk memperoleh kondisi pengolahan air yang optimal. Gambar 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 menunjukkan grafik optimasi parameter pengolahan air. Pada masing-masing tahap optimasi, terlihat adanya penurunan nilai turbiditas yang cukup besar dari nilai turbiditas awal. Turbiditas sebagai kondisi dimana transparansi larutan berkurang akibat adanya zat tak terlarut (Mulder dan Huneke, 2014). Penurunan nilai ini disebabkan terjadinya destabilisasi koloid karena adanya penambahan koagulan dan flokulan.

Optimasi pH

Optimasi pH perlu dilakukan untuk mencegah gagalnya pembentukan flok selama proses koagulasi. Proses koagulasi yang tidak berlangsung pada pH optimum akan menyebabkan gagalnya proses pembentukan flok serta rendahnya kualitas air yang dihasilkan (Winarni, 2011). Pada penelitian ini, pH efektif untuk proses koagulasi dengan $Al(OH)_3$ pada pH 5,5–8,0. Hasil menunjukkan bahwa pH optimum berada pada pH 8 dengan nilai turbiditas terkecil 5,59 NTU (parameter pengukuran optimum diambil dari nilai turbiditas yang terkecil). Nilai ini menunjukkan bahwa proses destabilisasi koloid berlangsung efektif.

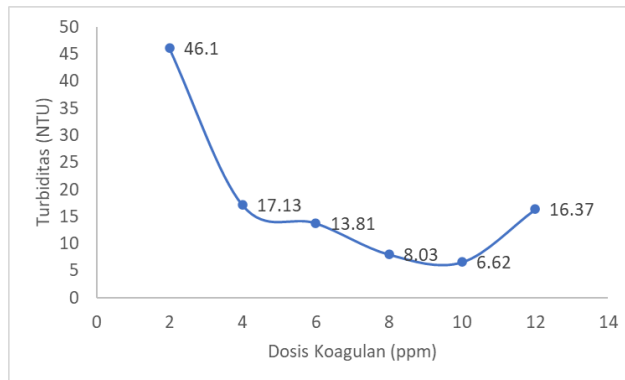


Gambar 1. Variasi pH terhadap Turbiditas

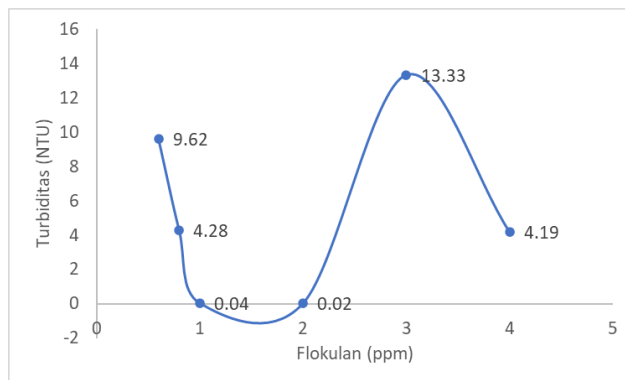
Optimasi Dosis Koagulan dan Flokulan

Dosis koagulan berpengaruh terhadap tumbukan partikel. Pada kadar koagulan yang rendah akan mengakibatkan tumbukan antara partikel-partikel berkurang sehingga pembentukan flok sulit terjadi. Sebaliknya jika konsentrasi koagulan

terlalu tinggi maka flok tidak terbentuk dengan baik dan dapat menimbulkan kekeruhan kembali (Susanto, 2008). Dalam penelitian ini, dosis koagulan optimum sebesar 50 mg/L dengan nilai turbiditas terkecil 6,62 NTU. Pada gambar 3, untuk dosis flokulan optimum diperoleh sebesar 25 mg/L dengan nilai turbiditas terkecil 0,02 NTU.



Gambar 2. Variasi Dosis Koagulan terhadap Turbiditas



Gambar 3. Variasi Dosis Flokulan terhadap Turbiditas

Tabel 3. Parameter Optimasi Dosis Koagulan

Parameter	Koagulan	Flokulan
Turbiditas awal	54,5 NTU	
pH	8,00	
Dosis	2;4;6;8;10;12 (mL)	1 mL
Kecepatan pengadukan	300 rpm	60 rpm
Waktu pengadukan	7,5 menit	7,5 menit

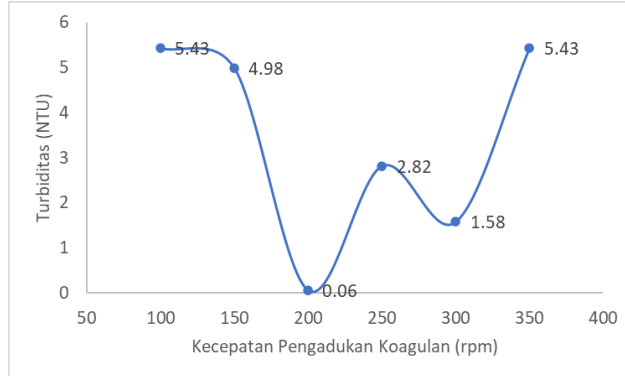
Tabel 4. Parameter Optimasi Dosis Flokulan

Parameter	Koagulan	Flokulan
Turbiditas awal	54,5 NTU	
pH	8,00	
Dosis	10 mL	0,6;0,8;1;2;3;4 mL
Kecepatan pengadukan	300 rpm	60 rpm
Waktu pengadukan	7,5 menit	7,5 menit

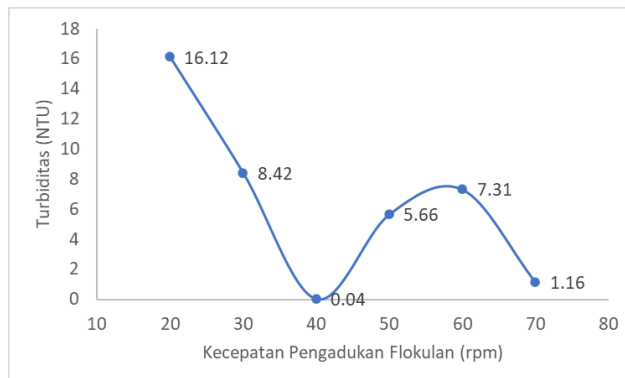
Optimasi Kecepatan Pengadukan Koagulan dan Flokulan

Pada proses koagulasi diperlukan kecepatan (rpm) tinggi untuk merangsang pertumbuhan flok. Semakin besar kecepatan pengadukan maka flok-flok akan semakin cepat terbentuk (Lin dkk, 2013). Pada proses flokulasi pengadukan dilakukan dengan

kecepatan lambat supaya flok yang telah terbentuk tidak pecah. Kecepatan pengadukan koagulan optimum yang digunakan dalam penelitian sebesar 200 rpm dengan nilai turbiditas terkecil 0,06 NTU. Pada gambar 5, kecepatan pengadukan flokulan optimum berada pada 40 rpm dengan nilai turbiditas terkecil 0,04 NTU.



Gambar 4. Variasi Kecepatan Pengadukan Koagulan terhadap Turbiditas



Gambar 5. Variasi Kecepatan Pengadukan Flokulan terhadap Turbiditas

Tabel 5. Parameter Optimasi Kecepatan Pengadukan Koagulan

Parameter	Koagulan	Flokulan
Turbiditas awal	54,5 NTU	
pH	8,00	
Dosis	10 mL	2 mL
Kecepatan pengadukan	150;200;250;300;350 (rpm)	60 rpm
Waktu pengadukan	7,5 menit	7,5 menit

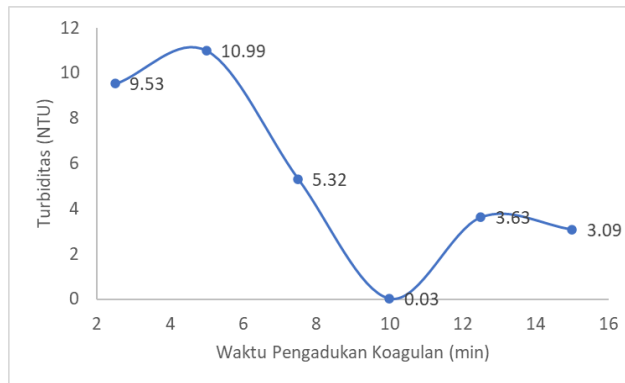
Tabel 6. Parameter Optimasi Kecepatan Pengadukan Flokulan

Parameter	Koagulan	Flokulan
Turbiditas awal	54,5 NTU	
pH	8,00	
Dosis	10 mL	2 mL
Kecepatan pengadukan	200 rpm	20;30;40;50;60;70 (rpm)
Waktu pengadukan	7,5 menit	7,5 menit

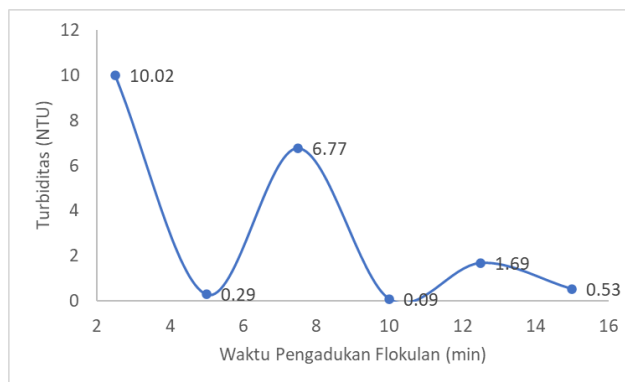
Optimasi Waktu Pengadukan Koagulan dan Flokulan

Optimasi waktu pengadukan berkaitan dengan efisiensi waktu yang dilakukan. Jika pengadukan dilakukan terlalu lama maka koagulasi dan flokulasi menjadi tidak efektif dan mengakibatkan koloid terstabilkan

kembali. Waktu pengadukan koagulan optimum yang digunakan adalah 10 menit dengan nilai turbiditas terkecil 0,03 NTU. Pada gambar 7, waktu pengadukan flokulan optimum pada 10 menit dengan nilai turbiditas terkecil 0,09 NTU.



Gambar 6. Variasi Waktu Pengadukan Koagulan terhadap Turbiditas



Gambar 7. Grafik Variasi Waktu Pengadukan Flokulan terhadap Turbiditas

Tabel 7. Parameter Optimasi Waktu Pengadukan Koagulan

Parameter	Koagulan	Flokulan
Turbiditas awal	54,5 NTU	
pH	8,00	
Dosis	10 mL	2 mL
Kecepatan pengadukan	200 rpm	40 rpm
Waktu pengadukan	2,5;5;7,5;10;12,5 menit	7,5 menit

Tabel 8. Parameter Optimasi Waktu Pengadukan Flokulan

Parameter	Koagulan	Flokulan
Turbiditas awal	54,5 NTU	
pH	8,00	
Dosis	10 mL	2 mL
Kecepatan pengadukan	200 rpm	40 rpm
Waktu pengadukan	10 menit	2,5;5;7,5;10;12,5 (menit)

Tabel 9. Parameter Optimum Pengolahan Air

Parameter	Optimum
pH	8,00
Dosis Koagulan	50 mg/L
Dosis Flokulan	25 mg/L
Kecepatan Pengadukan Koagulan	200 rpm
Kecepatan Pengadukan Flokulan	40 rpm
Waktu Pengadukan Koagulan	10 min
Waktu Pengadukan Flokulan	10 min

Pengolahan Air

Air hasil olahan diendapkan selama 15 menit. Terlihat warna air olahan menjadi jernih dibagian atas dan terdapat endapan putih dibagian bawah. Air yang jernih dibagian atas kemudian diukur turbiditas dan pH nya. Hasil pengukuran menunjukkan terjadinya penurunan nilai turbiditas yang cukup besar seperti terlihat pada Tabel 10.

Penurunan nilai turbiditas menunjukkan adanya mekanisme destabilisasi partikel koloid. Pada proses koagulasi penambahan koagulan $Al(OH)_3$ bermuatan positif ke dalam partikel koloid bermuatan negatif akan mengakibatkan terjadinya netralisasi muatan partikel. Hal ini akan mengurangi gaya tolak-menolak antara partikel dan mempengaruhi pembentukan flok $Al(OH)_3$ (S). Pembentukan senyawa hidroksida $Al(OH)_3$ akan mengikat partikel koloid yang tidak terendapkan. Proses

pemisahan koloid ini disebut koagulasi *sweef floc* (Benefield *et al.*, 1982).

Penambahan flokulan berupa ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* yang kental dan larut dalam air dimana sifat ini menyerupai sifat polielektrolit mampu mendestabilisasi koloid dengan cara membentuk rantai-rantai polimer yang panjang serta akan menjembatani partikel-partikel koloid untuk bersatu. Flok-flok yang dihasilkan pada proses flokulasi ini berukuran besar dan mudah diendapkan. Pada akhir pengolahan pH air mengalami penurunan menjadi 6,67.

Pengukuran Kadar Fe

Hasil pengukuran kadar besi (Fe) dengan *Equation* $0,0910C+0,0581$ dan *Correlation* 0,998792 menunjukkan besi dalam air non olahan rata-rata 5,1284 mg/L dan pada air olahan rata-rata - 0,7350 mg/L dan -0,7668 mg/L (tidak terdeteksi). Hasil ini sangat baik karena terjadi penurunan kadar besi secara signifikan setelah dilakukan penambahan ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* pada sampel air.

Tabel 11. Hasil Uji Signifikansi Pengaruh Ekstrak Terhadap Fe

Statistics ^a	akhir - awal
Z	-2.207 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.027

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Tabel 10. Turbiditas Air Non Olahan dan Olahan

No.	Sampel	Satuan	Turbiditas Awal (rata-rata)	Turbiditas Akhir (rata-rata)	pH Awal	pH Akhir
1	Air non olahan	NTU	54,5	-	7,00	-
2	Air olahan	NTU	54,5	0,87	8,00	6,67

Uji Signifikansi Kadar Fe Dalam Air

Karena nilai-p = 0,027 < 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar besi (Fe) dalam air sebelum dan sesudah diberi perlakuan ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* Perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh berupa penurunan kadar besi dalam air.

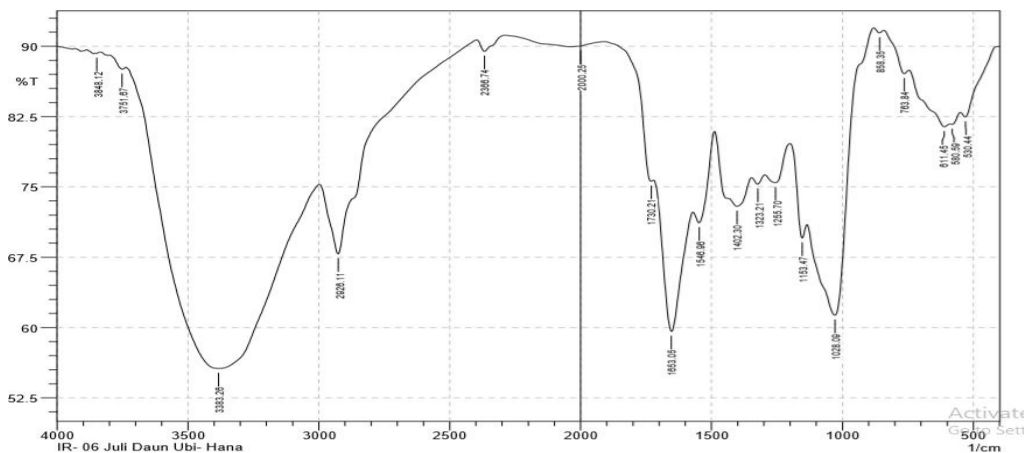
Gambar 8. menunjukkan gugus-gugus fungsi dalam daun *Ipomoea batatas L.* Pada gugus fungsi tersebut terdapat gugus fungsi –OH (3363), gugus fungsi C=O karbonil (1653) dan gugus fungsi C=C aromatik (1546). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nadia dkk (2022) bahwa terdapat gugus hidroksil (-OH) dan serapan ikatan rangkap –C=C aromatik pada daun *Ipomoea batatas L.* Dari data gugus fungsi ditafsirkan bahwa gugus fungsi yang terdapat pada daun *Ipomoea batatas L* adalah karboksilat dan fenolik. Hasil ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Koncic *et.al* (2011), kandungan kimia yang terdapat dalam ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* adalah fenolat total dan

flavonoid.

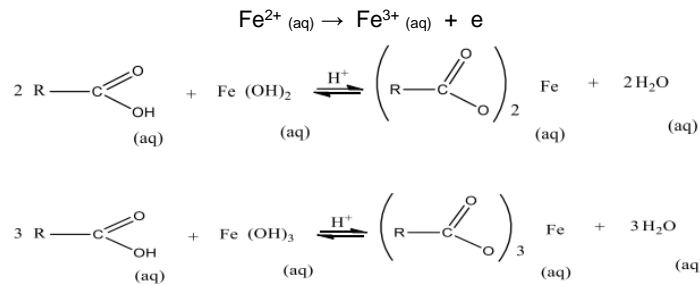
Dalam penelitian lain Truong *et al*, (2007) menjelaskan bahwa terdapat beberapa senyawa fenolik dalam *Ipomoea batatas L.*, antara lain: asam kafeat, asam 3,4-di-O-kafeoilkuinat, asam 3,5-di-O- kafeoilkuinat, serta asam klorogenat dalam ekstrak daun dan ubi jalar ungu yang berasal lokasi berbeda di Texas.

Penurunan kadar besi dalam penelitian ini diduga karena adanya reaksi besi dengan flokulan yang mempunyai gugus karboksilat dan fenolik. Reaksi berlangsung dalam suasana asam karena pada akhir pengolahan pH air turun dari 8,0 menjadi 6,67.

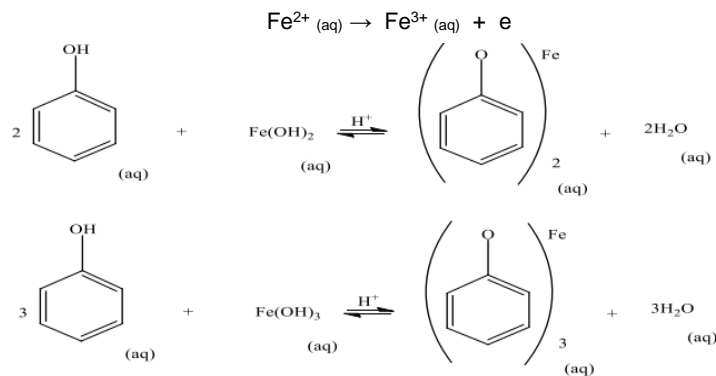
Reaksi antara Fe dengan gugus karboksilat adalah seperti pada Gambar 9. Sedangkan reaksi antara Fe dengan gugus phenolik diduga seperti pada Gambar 10. Senyawa besi (Fe) yang dihasilkan diduga ikut mengendap bersama flok-flok yang terbentuk sehingga kadar besi menjadi tidak terdeteksi (ttd).



Gambar 8. Spektra FT-IR daun *Ipomoea batatas L.*



Gambar 9. Reaksi Fe dengan Gugus Karboksilat



Gambar 10. Reaksi Fe dengan Gugus Phenolik

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan didapatkan bahwa terjadi penurunan nilai turbiditas yang cukup besar akibat penambahan koagulan dan flokulan pada pH optimum 8 dengan dosis koagulan 50 mg/L dan dosis flokulan 25 mg/L untuk kecepatan pengadukan koagulan dan flokulan masing-masing 200 rpm dan 40 rpm pada waktu pengadukan masing-masing 10 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak daun *Ipomoea batatas L.* sebagai flokulan berpengaruh terhadap penurunan kadar besi (Fe) dalam air. Hal ini terjadi karena adanya mekanisme destabilisasi koloid jenis *sweep flocculation* melalui absorpsi kimia dan reaksi besi dengan flokulan yang bergugus fungsi karboksilat dan fenolik. Untuk mengetahui reaksibesi dengan senyawa metabolit dalam *Ipomoea batatas L.*, perlu dilakukan analisis menggunakan *Liquid Chromatography Mass Spectrometry*. Pemanfaatan daun *Ipomoea batatas L.* sebagai bioflokulan

pengganti flokulan sintetis dalam pengolahan air pada skala industri, memberikan keuntungan dari segi ekonomis dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi, Khayan, dan H.S. Kasjono. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Gosyen Publishing, Yogyakarta.
- Benefield L.D, Judkins J.F, dan Weand B.L. 1982. *Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta.
- Joko. 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Edisi I, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Koncic M.Z, Barbaric M, Percovic I, and Zorc B. 2011. Antiradical, Chelating and Antioxidant Activities of Hydroxamic Acids and

- Hydroxyureas, *Molecules* 16(8): 6232-6242.
- Lin J.L, Pan J.R, and Huang C. 2013. Enhanced Particle Destabilization Agregation By Flash-mixing Coagulation For Drinking Water Treatment, *Separation and Purification Technology*.
- Manurung dan Jeplin. 2009. *Studi Efek Jenis dan Berat Koagulan Terhadap Penurunan Nilai COD dan BOD pada Pengolahan Air Limbah dengan Cara Koagulasi*, FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mayasari R, Hastarina M, dan Apriyani E. 2019. Analisis Turbidity terhadap Dosis Koagulan dengan Metode Regresi Linear (Studi Kasus di PDAM Tirta Musi Palembang), *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri* 6(2): 117-125.
- Mulder T, and Huneke H. 2014. Turbidite, *Encyclopedia of Marine Geosciences*. Springer Science+Business Media Dordrecht: 1-7.
- Nadia N, Mursal, dan Jalil Z. 2022. Karakterisasi Optik Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas*) dan Wortel (*Daucus carota L.*) untuk Aplikasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC), *Journal of Aceh Physics Society* 11(3):80-84
- Rohana H, dan Purwanti S.T. 2018. Uji Optimasi Ekstrak Daun Ipomoea Batatas L. yang digunakan sebagai Flokulan dalam Pengolahan Air untuk Praktikum Pada Mata Kuliah Kimia Analisis Lingkungan, *Inovasi dan Pengembangan Laboratorium* 1(1): 09-15.
- Rohana H, dan Asmoro C.P. 2019. Optimization Test of Ipomoea batatas L. Leaf Extract as a Flocculent in Water Treatment for Practicum in Chemical Analysis of Environment Course. *MSCEIS 2019*, Bandung.
- Susanto R. 2008. *Optimasi Koagulasi-Flokulasi dan Analisis Kualitas Air pada Industri Semen*. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Truong V.D, McFeeters R. F, Thompson R. T, Dean L. L, dan Shofran B. 2007. Phenolic Acid Content and Composition in Leaves and Roots of Common Commercial Sweetpotato (*Ipomoea batatas L.*) Cultivars in the United States. *Journal of Food Science* 72(6): 343-349.