

PENGARUH KONSENTRASI Ca-ALGINAT DARI CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DALAM PENGOLAHAN SAMPEL AIR SUNGAI MAHAKAM UNTUK KEBUTUHAN AIR MUNIUM

Sekar Afifah Nur Halimah¹, 'Asanyala Salsabya¹, Noorma Kurnyawaty^{2*}

¹Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Samarinda
Jl. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda Seberang, Samarinda 75131, Kalimantan Timur, Indonesia
²Program Studi Petro dan Oleo Kimia, Politeknik Negeri Samarinda
Jl. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda Seberang, Samarinda 75131, Kalimantan Timur, Indonesia

*email : noormakurnyawaty@polnes.id

(Received: 2024 03, 05; Reviewed: 2024 12, 01; Accepted: 2024 12, 01)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Ca-Alginat dari cangkang kerang darah terhadap parameter kekeruhan, TSS, TDS, dan pH pada sampel air Sungai Mahakam untuk diolah menjadi air minum. Proses koagulasi dilakukan menggunakan metode *jar test* menggunakan sampel air Sungai Mahakam sebanyak 500 mL, dengan variasi konsentrasi Na-Alginat 6, 8, 10, 14, dan 16 mg/L pada konsentrasi CaCO₃ konstan, yaitu 200 mg/L serta variasi konsentrasi CaCO₃ cangkang kerang darah 100, 200, 300, 400, dan 500 mg/L pada konsentrasi Na-Alginat konstan, yaitu 8 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh konsentrasi Ca-Alginat terbaik pada konsentrasi Ca²⁺ 100 mg/L dan konsentrasi Na-Alginat 8 mg/L dengan nilai akhir kekeruhan 18,67 NTU, TSS 19,35 mg/L, TDS 244 mg/L, dan pH 7,14. Nilai TSS, TDS, dan pH setelah proses koagulasi memenuhi baku mutu air minum, sedangkan nilai kekeruhan belum memenuhi baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011.

Kata kunci : ca-Alginat, cangkang kerang darah, kekeruhan, pH, TDS & TSS

Abstract

This research aims to determine the effect of Ca-Alginate concentration from blood cockle shells on the parameters of turbidity, TSS, TDS, and pH in Mahakam River water samples to be processed into drinking water. The coagulation process was carried out using the jar test method using 500 mL of Mahakam River water samples, with variations in Na-Alginate concentrations of 6, 8, 10, 14, and 16 mg/L at a constant CaCO₃ concentration, namely 200 mg/L and variations in blood cockle shell CaCO₃ concentrations of 100, 200, 300, 400, and 500 mg/L at a constant Na-Alginate concentration, namely 8 mg/L. Based on the research results, the best Ca-Alginate concentration was obtained at a Ca²⁺ concentration of 100 mg/L and a Na-Alginate concentration of 8 mg/L with a final turbidity value of 18.67 NTU, TSS 19.35 mg/L, TDS 244 mg/L, and pH 7.14. The TSS, TDS and pH values after the coagulation process meet drinking water quality standards, while the turbidity values do not meet drinking water quality standards based on Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 and Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011.

Keyword : ca-Alginate, coagulation, pH, TDS & TSS, turbidity

1. PENDAHULUAN

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu komoditas laut dengan tingkat produksi yang cukup besar. Dinas Penanaman Modal Pelayanan Terpadu Satu Pintu, (2022) mencatat produksi kerang darah di Provinsi Kalimantan Timur mencapai 226,61 ton pada tahun 2020. Kerang darah memiliki presentase daging sebanyak 24,3% dari total bobot tubuhnya (Haerudin dkk., 2020). Sehingga produksi kerang darah berpotensi menimbulkan limbah cangkang kerang darah mencapai 171,54 ton.

Penumpukan limbah cangkang kerang darah dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan seperti menimbulkan bau busuk serta menyebabkan beberapa penyakit seperti diare dan demam berdarah (Oetomo, 2022). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu dengan diolah menjadi koagulan yang diaplikasikan pada sampel air Sungai Mahakam.

Koagulan adalah senyawa yang memiliki kemampuan untuk mendestabilisasi koloid dengan cara mengurangi muatan listrik pada permukaan koloid sehingga koloid dapat bergabung satu sama lain membentuk flok yang mudah mengendap (Fani, 2018). Cangkang kerang darah mengandung CaCO_3 sebanyak 98,7% sedangkan 1,3% sisanya terdiri dari Mg, Na, P, dan lain-lain (Septarida, 2019). Kalsium karbonat (CaCO_3) merupakan garam logam yang mengandung kation logam divalen Ca^{2+} yang dapat menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid yang bermuatan negatif (Shanthakumar dkk., 2015). Efisiensi koagulasi dapat ditingkatkan dengan mengkombinasikan kation logam divalen Ca^{2+} dengan polimer seperti Alginat. Alginat merupakan polimer yang tersusun atas dua monomer asam uronat, yaitu β -D-asam manuronat (M) dan α -L- asam guluronat (G). Alginat dapat bereaksi dengan kation polivalen, terutama ion kalsium yang kemudian menghasilkan gel Ca-alginat. Koagulasi oleh gel Ca-alginat terjadi melalui mekanisme sebagai berikut : netralisasi muatan oleh ion kalsium kemudian bridging oleh polimer alginat sehingga partikel koloid bergabung dengan gel ca-alginat membentuk flok yang cukup berat untuk dapat diendapkan (Saranya dkk., 2022).

Mahakam merupakan sungai terbesar di wilayah provinsi Kalimantan Timur (Annisa, 2022). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, kebutuhan air Sungai Mahakam sebagai air minum mencapai 208. 508 m^3 pada tahun 2022 yang mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Namun kualitas air Sungai Mahakam berbanding terbalik dengan peningkatan kebutuhan air minum yang ditandai dengan kekeruhan yang timbul pada air Sungai Mahakam. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, air minum harus memiliki memiliki nilai kekeruhan < 3 NTU, Total Dissolves Solid (TDS) < 300 mg/L, dan pH berkisar 6,5-8,5 serta berdasarkan Peraturan Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 tahun 2011 air minum harus memiliki nilai maksimum Total Suspended Solid (TSS) maksimal 50 mg/L.

Penelitian oleh Baehaki dkk., (2016) melaporkan penggunaan CaCO_3 serbuk cangkang keong mas 1% mampu menurunkan kekeruhan dengan presentase 78%. Saranya dkk., (2022) melaporkan penggunaan Ca-alginat dari CaCl_2 dengan konsentrasi CaCl_2 200 mg/L dan Na-Alginat 10 mg/L mampu menurunkan kekeruhan dengan presentase 99,3%. Dari penelitian-penelitian sebelumnya diketahui koagulan CaCO_3 memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai koagulan Ca-alginat. Koagulan Ca-alginat memiliki presentase penurunan kekeruhan yang lebih tinggi dibandingkan koagulan CaCO_3 . Oleh karena itu pada penelitian ini penulis tertarik untuk memanfaatkan CaCO_3 cangkang kerang darah sebagai koagulan Ca-alginat untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Ca-alginat dari cangkang kerang darah terhadap parameter kekeruhan, TSS, TDS, dan pH pada sampel air Sungai Mahakam untuk diolah menjadi air minum berdasarkan standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011.

2. METODOLOGI

2. 1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu serbuk cangkang kerang darah 100 mesh, Na-Alginat, Sampel Air Sungai Mahakam, CH₃COOH (asam asetat) 1%, aquades, dan kertas saring Whatman GF/C. Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu blender, ayakan 100 dan 120 mesh, *magnetic stirrer*, sistem vakum, desikator, oven, pH meter, turbidimeter.

2. 2 Prosedur Penelitian

Ca-alginat dari cangkang kerang darah diaplikasikan pada sampel Air Sungai Mahakam dengan cara menimbang 1 gram serbuk cangkang kerang darah kemudian menambahkan asam asetat 1% hingga tanda batas pada labu ukur 100 mL lalu di-*stirrer* sampai homogen sehingga diperoleh 10 mg CaCO₃ dalam 1 mL larutan CaCO₃ cangkang kerang darah 1%. Proses koagulasi dilakukan dengan metode *jar test* menggunakan sampel air Sungai Mahakam sebanyak 500 mL, dengan variasi konsentrasi Na-Alginat 6, 8, 10, 14, dan 16 mg/L pada konsentrasi CaCO₃ konstan, yaitu 200 mg/L serta variasi konsentrasi CaCO₃ cangkang kerang darah 100, 200, 300, 400, dan 500 mg/L pada konsentrasi Na-Alginat konstan, yaitu 8 mg/L. Proses koagulasi dilakukan menggunakan metode *jar test* dengan urutan pengadukan sebagai berikut : pengadukan cepat selama 2 menit pada kecepatan 160 rpm setelah penambahan CaCO₃ cangkang kerang darah, pengadukan cepat selama 2 menit pada kecepatan 160 rpm setelah penambahan Na-alginat, 10 menit pengadukan pada kecepatan 80 rpm, dan pengadukan lambat selama 10 menit pada kecepatan 40 rpm yang diikuti oleh proses pengendapan selama 30 menit. Flok yang terbentuk kemudian dianalisa menggunakan FTIR.

2. 3 Analisa

Pengujian kadar TSS pada penelitian ini mengacu pada SNI 06-6989.3- 2019, pengujian kadar TDS mengacu pada SNI 6898.27:2019, pengujian pH mengacu pada SNI 06-6989.11- 2004, dan pengujian kekeruhan dilakukan menggunakan turbidimeter LaMotte. Sedangkan untuk pengujian FTIR dilakukan di Laboratorium UIN Alauddin Makassar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. 1 Karakteristik Sampel Air Sungai Mahakam

Sebelumnya dilakukan pengukuran awal pada sampel air Sungai Mahakam. Hasil pengukuran kekeruhan, TSS, TDS, dan pH sampel air Sungai Mahakam sebelum proses koagulasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi Ssampel Air Sungai Mahakam

Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu
Kekeruhan (NTU)	55,3	< 3
pH	7,12	6,5-8,5
TDS (mg/L)	40	300
TSS (mg/L)	57	50

3. 2 Pengaruh Konsentrasi Na-alginat terhadap Parameter Kekeruhan, TSS, TDS, dan pH

Tabel 2. Hasil Analisa Pengaruh Konsentrasi Na-Alginat

Konsentrasi Na-Alginat (mg/L)	Parameter			
	Kekeruhan (NTU)	TSS (mg/L)	TDS (mg/L)	pH
6	19,00	15,67	336,00	7,23

Konsentrasi Na-Alginat (mg/L)	Parameter			
	Kekeruhan (NTU)	TSS (mg/L)	TDS (mg/L)	pH
8	13,00	10,29	368,00	7,2 2
10	17,33	12,00	368,00	7,1 9
12	17,67	12,80	370,00	7,2 1
14	18,67	15,20	414,00	7,2 2

Cangkang kerang darah mengandung CaCO_3 sebanyak 98,7%. Kalsium karbonat (CaCO_3) merupakan garam logam yang memiliki kation divalen, yaitu ion Ca^{2+} yang dapat dimanfaatkan sebagai koagulan. Kalsium karbonat (CaCO_3) memiliki kelarutan yang sangat kecil di dalam air. Kelarutan berkaitan dengan banyaknya ion Ca^{2+} yang akan terionisasi sehingga akan mempengaruhi proses destabilisasi (Septarida, 2019). Oleh karena itu pada penelitian ini CaCO_3 cangkang kerang darah dilarutkan dalam asam asetat 1% sehingga membentuk kalsium asetat yang larut di dalam air (Baehaki dkk., 2016).

Pengaruh konsentrasi Na-Alginat terhadap kekeruhan ditampilkan pada Tabel 2. Konsentrasi CaCO_3 cangkang kerang darah dibuat konstan 200 mg/L untuk mengetahui pengaruh Na-Alginat terhadap kekeruhan. Alginat dan partikel koloid memiliki muatan negatif sehingga keduanya membutuhkan kation seperti kalsium untuk menetralkan muatannya (Shanthakumar dkk., 2015). Hal tersebut menjadi alasan mengapa pada penelitian ini CaCO_3 cangkang kerang darah ditambahkan terlebih dahulu sebelum Na-Alginat. Apabila Na-Alginat ditambahkan terlebih dahulu maka partikel koloid akan semakin anionik yang menyebabkan gaya tolak menolak antar partikel koloid semakin besar akibatnya saat CaCO_3 cangkang kerang darah ditambahkan, CaCO_3 akan bereaksi dengan alginat membentuk gel Ca-Alginat mengurangi interaksinya dengan partikel koloid (Saranya dkk., 2022).

Pada saat kalsium dari cangkang kerang darah ditambahkan akan terjadi netralisasi muatan partikel koloid. Ion Ca^{2+} akan teradsorpsi pada permukaan partikel koloid yang bermuatan negatif menyebabkan terjadinya netralisasi muatan sehingga gaya tolak-menolak antar partikel koloid berkurang. Netralisasi muatan tidak dapat membentuk makroflok. Mikroflokk akan terbentuk namun tidak dapat bergabung dengan cepat membentuk makroflok sehingga membutuhkan lebih banyak waktu untuk mengendap. Penambahan polimer setelah netralisasi muatan, seperti alginat akan membantu mempercepat pembentukan makroflok melalui *bridging*. Polimer alginat memiliki permukaan reaktif yang dapat menangkap mikroflokk di sepanjang rantainya menyebabkan pembentukan makroflok sehingga waktu pengendapan akan lebih singkat (CORUH, 2005).

Gel Ca-Alginat terbentuk karena adanya reaksi kimia dimana kalsium (Ca^{2+}) yang teradsorpsi pada permukaan partikel koloid akan menggantikan posisi natrium (Na^+) pada Na-Alginat dan mengikat molekul Alginat yang panjang sehingga akan membentuk struktur “*egg box*” untuk menangkap mikroflokk (Saranya dkk., 2022). Pada pengamatan yang telah dilakukan mikroflokk mulai terbentuk pada pengadukan cepat setelah penambahan Na-Alginat kemudian pada pengadukan lambat terbentuk flokk-flokk yang lebih besar yang kemudian mengendap. Pada penelitian ini kekeruhan menurun seiring meningkatnya konsentrasi Na-Alginat sampai konsentrasi 8 mg/L setelah itu kekeruhan mengalami peningkatan. Peningkatan konsentrasi Na-Alginat menyebabkan pembentukan *gel* Ca-Alginat yang menangkap partikel koloid semakin banyak akibatnya kekeruhan pada sampel air akan berkurang. Namun, disamping itu peningkatan konsentrasi Na-Alginat berlebih dapat menyebabkan restabilisasi partikel koloid mengingat alginat dan partikel koloid memiliki muatan negatif sehingga dapat menyebabkan kekeruhan meningkat (Saranya dkk., 2022). Nilai kekeruhan terendah mencapai 13 NTU pada konsentrasi Na-Alginat 8 mg/L yang mana belum

memenuhi baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

Konsentrasi TSS awal sampel air Sungai Mahakam adalah 57 mg/L yang mana berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No 02 Tahun 2011 baku mutu TSS untuk air minum adalah maksimum 50 mg/L sehingga sampel air Sungai Mahakam belum memenuhi baku mutu TSS untuk air minum. Dari Tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi Na-Alginat 8 mg/L memiliki penyisihan TSS paling tinggi, yaitu 10, 29 mg/L. Semakin tinggi konsentrasi Na-Alginat yang diberikan menyebabkan penyisihan semakin tidak efektif. Hal ini diakibatkan karena restabilisasi partikel koloid. Restabilisasi partikel koloid dapat terjadi akibat penambahan konsentrasi Na-Alginat berlebih yang menyebabkan partikel koloid bersifat semakin anion yang menyebabkan kembalinya gaya tolak menolak antar partikel koloid sehingga menghambat pembentukan flok yang mengakibatkan peningkatan TSS (Saranya dkk., 2022). Dari hasil penelitian ini nilai TSS dapat diturunkan hingga memenuhi baku mutu TSS untuk air minum menurut Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No 02 Tahun 2011.

Sampel air Sungai Mahakam memiliki nilai TDS awal sebesar 40 mg/L yang mana menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 baku mutu TDS untuk air minum adalah maksimum 300 mg/L. Variasi konsentrasi Na-Alginat dilakukan untuk mengetahui apakah penambahan konsentrasi Na-Alginat menyebabkan perubahan nilai TDS pada sampel air Sungai Mahakam. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa peningkatan konsentrasi Na-Alginat menyebabkan nilai TDS semakin meningkat hingga melebihi baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023. Penambahan konsentrasi Na-Alginat sebesar 14 mg/L menyebabkan peningkatan nilai TDS tertinggi mencapai 414 mg/L. Peningkatan nilai TDS dipengaruhi oleh banyaknya jumlah anion dan kation yang ada di dalam sampel air (Baehaki dkk., 2016). Gel Ca-Alginat terbentuk karena adanya reaksi kimia dimana ion Ca^{2+} menggantikan posisi natrium (Na^+) pada Na-Alginat. Oleh karena itu peningkatan konsentrasi Na-Alginat menyebabkan kation Na^{2+} pada sampel air juga meningkat dan mengakibatkan kenaikan nilai TDS pada sampel air Sungai Mahakam. Selain itu, tingginya nilai TDS diakibatkan oleh alginat bersifat hidrofilik menyebabkan alginat memiliki kemampuan yang tinggi untuk menjebak air dalam matriksnya. Sehingga pada saat proses pemanasan tidak semua air dapat teruapkan yang akhirnya mempengaruhi analisa TDS (Kale dkk., 2019). Pengujian TDS pada koagulan Ca-alginat dapat dilakukan menggunakan metode gravimetri namun akan menimbulkan kesalahan pada hasil analisa.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 baku mutu pH untuk air minum berkisar 6,5-9,5. Sampel air Sungai Mahakam memiliki pH 7,12 yang mana masih memenuhi baku mutu. Dengan adanya variasi konsentrasi Na-Alginat dapat diketahui apakah penambahan Na-Alginat dapat menyebabkan peningkatan atau penurunan pH pada sampel air Sungai Mahakam yang menyebabkan pH sampel air tidak memenuhi baku mutu. Nilai pH mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Adanya hidroksida dan bikarbonat menyebabkan peningkatan pH (Baehaki, 2016). Dari Tabel 2 hasil penelitian ini menunjukkan nilai pH pada sampel air Sungai Mahakam mengalami peningkatan pada seluruh variasi Na-Alginat. Koagulan polimer tidak memberikan perubahan pH pada air. Sehingga peningkatan pH dapat diindikasikan karena pelarutan CaCO_3 dengan asam asetat yang menghasilkan hidroksida (OH^-) yang menyebabkan kenaikan pH air (Baehaki dkk., 2016).

3. 3 Pengaruh Konsentrasi CaCO_3 Cangkang Kerang Darah terhadap Parameter Kekeruhan, TSS, TDS, dan pH

Tabel 3. Hasil Analisa Pengaruh Konsentrasi CaCO_3 Cangkang Kerang Darah

Konsentrasi CaCO_3 (mg/L)	Parameter			
	Kekeruhan (NTU)	TSS (mg/L)	TDS (mg/L)	pH
100	18,67	19,35	244,00	7,1 4

Konsentrasi CaCO ₃ (mg/L)	Parameter			
	Kekeruhan (NTU)	TSS (mg/L)	TDS (mg/L)	pH
200	13,00	10,29	368,00	7,2 2
300	12,00	11,01	526,00	7,2 3
400	11,00	10,88	644,00	7,2 5
500	10,33	10,40	1102,0	7,2 7

Pada tahap ini konsentrasi Na-Alginat dibuat tetap, yaitu 8 mg/L. Tabel 3 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi CaCO₃ cangkang kerang darah menyebabkan kekeruhan pada sampel air semakin rendah. Peningkatan konsentrasi CaCO₃ akan meningkatkan destabilisasi partikel koloid yang selanjutnya bergabung dengan gel Ca-alginat membentuk makroflok yang dapat diendapkan dengan cepat. Peningkatan konsentrasi CaCO₃ akan meningkatkan jumlah ion Ca²⁺ di dalam sampel air. Pada penelitian ini perhitungan konsentrasi kalsium masih menggunakan dasar perhitungan CaCO₃ yang mana akan lebih baik jika seluruh perhitungan menggunakan dasar perhitungan Ca²⁺ agar konsentrasi Ca²⁺ dalam sampel air dapat diketahui dengan pasti. Pada penelitian ini kekeruhan sampel air Sungai Mahakam berkurang hingga 10,33 NTU pada konsentrasi CaCO₃ 500 mg/L namun belum memenuhi baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

Tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh variasi konsentrasi CaCO₃ mampu menurunkan TSS pada sampel air Sungai Mahakam hingga memenuhi baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No 02 Tahun 2011. Peningkatan konsentrasi CaCO₃ cangkang kerang darah menyebabkan penurunan terhadap nilai TSS pada sampel air Sungai Mahakam. Nilai TSS terendah diperoleh pada variasi konsentrasi 500 mg/L yang mana mampu menurunkan TSS hingga 10,4 mg/L. Peningkatan konsentrasi CaCO₃ menyebabkan peningkatan destabilisasi partikel koloid yang selanjutnya bergabung dengan gel Ca-Alginat membentuk makroflok yang dapat diendapkan dengan cepat. Peningkatan konsentrasi CaCO₃ dapat menyebabkan penurunan terhadap nilai TSS pada sampel air Sungai Mahakam hingga memenuhi baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

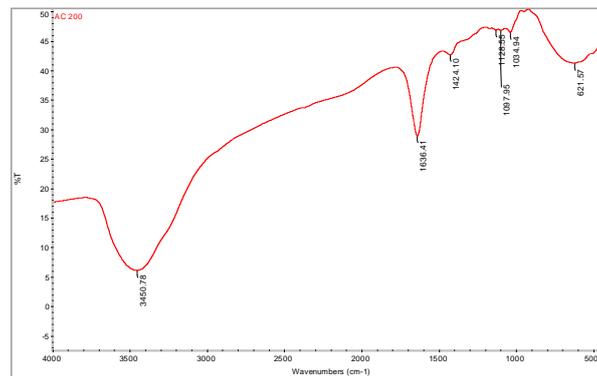
Hasil pengujian TDS pada masing-masing variasi ditampilkan pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai TDS semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi CaCO₃ cangkang kerang darah. TDS biasanya disebabkan oleh bahan-bahan organik terlarut dalam bentuk ion-ion seperti ion K⁺, Na⁺, Cl⁻, dan Ca²⁺ serta logam berat seperti Pb dan Cd (Baehaki dkk., 2016). Peningkatan konsentrasi CaCO₃ menyebabkan jumlah ion Ca²⁺ di dalam sampel air semakin banyak sehingga menyebabkan peningkatan terhadap nilai TDS. Selain itu, tingginya nilai TDS diakibatkan oleh alginat bersifat hidrofilik menyebabkan alginat memiliki kemampuan yang tinggi untuk menjebak air dalam matriksnya. Sehingga pada saat proses pemanasan tidak semua air dapat teruapkan yang akhirnya mempengaruhi analisa TDS (Kale dkk., 2019). Pengujian demikian pengujian TDS pada koagulan Ca-alginat dapat dilakukan menggunakan metode gravimetri namun akan menimbulkan kesalahan pada hasil analisa. Nilai TDS pada sampel air Sungai Mahakam setelah proses koagulasi tidak memenuhi baku mutu air minum kecuali pada variasi CaCO₃ 100 mg/L yang mana meningkatkan nilai TDS sampel air menjadi 244 mg/L yang masih memenuhi baku mutu TDS untuk air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian pH untuk masing-masing variasi. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa peningkatan konsentrasi CaCO₃ menyebabkan peningkatan nilai pH sampel air Sungai Mahakam. Hal tersebut disebabkan oleh ion hidroksida (OH⁻) yang terbentuk karena pelarutan cangkang kerang darah dalam larutan asam asetat. Oleh karena itu peningkatan konsentrasi

CaCO₃ cangkang kerang darah menyebabkan ion hidroksida yang dihasilkan semakin banyak akibatnya akan meningkatkan nilai pH air Sungai Mahakam. Namun peningkatan nilai pH masih memenuhi baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dengan nilai pH berkisar 6,5-8,5.

3. 4 Hasil Pengujian FTIR

Endapan flok yang terbentuk setelah proses *jar test* selanjutnya dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk membuktikan adanya pembentukan Ca-Alginat selama proses koagulasi. Spektrum inframerah digunakan untuk mengidentifikasi adanya gugus fungsi dalam suatu molekul berdasarkan bilangan gelombang dari getaran ikatan kimia. Hasil pengujian FTIR flok hasil koagulasi disajikan pada Gambar 1. Untuk membuktikan hasil pengujian FTIR yang telah dilakukan digunakan pendekatan bilangan gelombang menggunakan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Karakterisasi Flok dengan FTIR

Hasil analisis menggunakan FTIR pada penelitian ini diperoleh puncak-puncak serapan pada bilangan gelombang tertentu. Daerah puncak serapan yang terdapat pada Gambar 4.10 menunjukkan gugus O-H pada bilangan gelombang 3450,78 cm⁻¹, gugus C=O pada bilangan gelombang 1634,41 cm⁻¹, ikatan -C-OH pada bilangan gelombang 1424,10 cm⁻¹, gugus C-O pada bilangan gelombang 1120,55 cm⁻¹, 1097,95 cm⁻¹, dan 1034, 94 cm⁻¹, serta bilangan gelombang 621,57 cm⁻¹ yang menunjukkan daerah khas asam guluronat.

Hasil analisis gugus fungsi pada penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian Hamodi dkk., (2023). Daerah puncak serapan pada Gambar 2 menunjukkan regangan gugus O-H pada bilangan gelombang 3415 cm⁻¹, gugus C-H pada bilangan gelombang 2810-2935 cm⁻¹, gugus C=O pada bilangan gelombang 1613 cm⁻¹, ikatan ion karboksilat (-COO⁻) pada bilangan gelombang 1374 cm⁻¹, gugus C-O pada bilangan gelombang 1125 cm⁻¹, serta bilangan gelombang 767 cm⁻¹ dan 667 cm⁻¹ yang menunjukkan daerah khas asam manuronat dan asam guluronat.

Pada penelitian ini tidak ditemukan serapan puncak gugus C-H seperti yang ditemukan pada penelitian oleh Hamodi dkk., (2023). Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi spektrum FTIR adalah polaritas ikatan. Gugus C-H memiliki ikatan yang tidak terlalu polar sehingga tidak menimbulkan puncak yang kuat pada spektrum FTIR. Gabungan banyak puncak kecil dari gugus C-H dapat membentuk satu puncak yang besar. Hal tersebut dapat terjadi jika sebuah molekul mengandung banyak gugus C-H (Schaller, 2024). Banyaknya gugus C-H pada Na-Alginat bergantung pada berat molekulnya. Na-alginat memiliki berat molekul bervariasi yang menggambarkan panjang rantai polimer Na-alginat (Lee dan Mooney, 2011). Banyaknya gugus C-H berbanding lurus dengan panjang rantai Na-alginat. Oleh karena itu, tidak ditemukannya gugus C-H pada penelitian ini dapat disebabkan oleh Na-alginat yang digunakan sebagai bahan baku memiliki rantai polimer lebih pendek yang mengandung sedikit gugus C-H. Sehingga gugus C-H tidak terlihat pada spektrum FTIR dikarenakan jumlah gugus tersebut terlalu kecil dan tidak dapat terdeteksi. Pada penelitian ini juga tidak ditemukan serapan puncak ikatan -COO⁻ pada gugus karboksilat. Hal tersebut dapat disebabkan oleh adanya kontaminan pada sampel (Subamia dkk., 2023). Pada proses koagulasi, makroflok terbentuk karena alginat memiliki ion karboksilat (-COO⁻) yang dapat berikatan dengan

mikroflok (partikel koloid yang telah terdestabilisasi bergabung membentuk mikroflok). Flok yang berikatan dengan ion karboksilat dapat menjadi kontaminan yang mengganggu serapan sinar infra merah oleh ikatan -COO^- sehingga ikatan tersebut tidak terdeteksi.

Hasil yang diperoleh dari analisis gugus fungsi pada penelitian ini mempunyai kesamaan dengan penelitian sebelumnya. Berdasarkan puncak-puncak serapan inframerah (Gambar 1) menunjukkan bahwa telah terbentuk kalsium alginat selama proses koagulasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Ca-Alginat terbaik diperoleh pada konsentrasi CaCO_3 100 mg/L dan konsentrasi Na-Alginat 8 mg/L dengan nilai akhir kekeruhan 18,67 NTU, TSS 19,35 mg/L, TDS 244 mg/L, dan pH 7,14. Nilai TSS, TDS, dan pH setelah proses koagulasi telah memenuhi baku mutu air minum, sedangkan nilai kekeruhan belum memenuhi baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011.

DAFTAR PUSTAKA

Annisa, N. A. N. (2022). Perbandingan Status Mutu Air Menggunakan Metode Indeks Pencemaran Sebelum dan Sesudah Penambahan Koagulan Biji Kelor, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya.

Baehaki, A., Nopriyansah, E., dan Nopianti, R. (2016). Pembuatan Serbuk Cangkang Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.) serta Aplikasinya sebagai Penjernih Air Sungai dan Pengikat Logam Berat Kadmium, *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 5, 1-10.

ÇORUH, H. A. (2005). Use of Calcium Na-Alginate As a Coagulant in Water Treatment, Middle East Technical University, Ankara.

Dinas Penanaman Modal Pelayanan Terpadu Satu Pintu. (2022). Kajian Akhir Peluang Investasi Industri Manufaktur Pengalengan Ikan Kalimantan Timur, Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur, Samarinda.

Hamodi, A. E., dan Younis, M. K. (2023). Preparation, Characterization and Realising-Swelling Kinetics of Myrrh Based Hydrogel, *Science Journal of University of Zakho*, 11(2), 139-152.

Lee, K. Y., dan Mooney, D. J. (2011). Alginate: Properties and Biomedical Applications, *Progress in Polymer Science*, 37(1), 106-126. <https://doi:10.1016/j.progpolymsci.2011.06.003>

Oetomo, R. W. (2022). Kerusakan Lingkungan Akibat Sampah Kulit Kerang di Situs Kota Cina Medan, *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Akeologi*, 11, 17-27.

Saranya, P., Ramesh, S. T., dan Gandhimathi, R. (2022). Coagulation Performance Evaluation of Na-Alginate as a Natural Coagulant for The Treatment of Turbid Water, *Water Practice and Technology*, 17(1), 395-404. <https://doi.org/10.2166/wpt.2021.123>

Schaller, C. (2024). *Structure & Reactivity II: Purification and Spectroscopy*, Saint John's University,

New York.

Septarida, A. (2019). Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) pada Pembuatan beads Alginat sebagai Bahan Adsorben, Universitas Brawijaya, Malang.

Shanthkumar, S., dan Vijayaraghavan, G. (2015). Efficacy of Alginate Extracted From Marine Brown Algae (*Sargassum Sp.*) as a Coagulant for Removal of Direct Blue2 Dye from Aqueous Solution, *Global NEST Journal*. 17, 716-726.