

KEMAMPUAN BIKOAGULAN KULIT JERUK (*Citrus nobilis*) DAN BIJI DURIAN (*Durio zibethinus*) UNTUK MENURUNKAN KEKERUHAN AIR SUNGAI

Muhammad Shalihin rahman, Isnawati, Zulfikar Ali As
Politeknik Kesehatan Banjarmasin, Jurusan Kesehatan Lingkungan
E-mail: muhammadshalihinrahman@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah kulit jeruk dan biji durian sebagai koagulan berdasarkan kandungan pektin pada kulit jeruk dan pati pada biji durian. Penelitian ini merupakan True experiment dengan desain posttest-only control group design. Kelompok penelitian terdiri dari satu kelompok kontrol dan 13 kelompok perlakuan. Kemampuan menurunkan kekeruhan air sungai diperoleh pada kulit jeruk sebesar 23,5%-42,4%, biji durian 22,7%-44,4%, dan kombinasi 26,7%-38,9%. Analisis statistik yang digunakan adalah uji two way anova dengan uji lanjut post hoc tukey. Hasil uji two way anova menunjukkan ada pengaruh jenis, dosis, dan interaksi dari dua variabel tersebut. Pektin kulit jeruk dan pati biji durian mampu menurunkan kekeruhan air sungai. Namun, belum efektif untuk mencapai baku mutu. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan kemampuannya.

Kata Kunci: *Kekeruhan; Koagulan; Polisakarida*

Abstract

This study aims to determine the potential of orange peel waste and durian seeds as coagulants based on the pectin content in orange peel and starch in durian seeds. This research is a true experiment with a posttest-only control group design. The research group consisted of one control group and 13 treatment groups. The ability to reduce turbidity of river water was obtained in orange peel by 23.5%-42.4%, durian seeds 22.7%-44.4%, and a combination of 26.7%-38.9%. Statistical analysis used is two-way anova test with post-hoc tukey further test. The results of the two-way anova test showed that there was an effect of type, dose, and interaction of the two variables. Orange peel pectin and durian seed starch can reduce the turbidity of river water. However, it is not yet effective to reach the quality standard. Further research is needed to optimise their ability.

Keywords: *Turbidity; coagulant; polysaccharide*

A. PENDAHULUAN

Pencemaran air sungai dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai, seperti meningkatnya tingkat kekeruhan, warna, bau, rasa, serta kandungan bahan organik dan anorganik yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan (MENLHK 2017). Pencemaran pada air sungai dapat menyebabkan parameter kualitas air sungai melebihi batas baku mutunya, seperti tingkat kekeruhan pada air sungai yang tinggi. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 mengatur parameter fisik untuk media air yang digunakan untuk tujuan higiene dan sanitasi. Peraturan tersebut menetapkan bahwa tingkat kekeruhan air harus di bawah 3 NTU.

Salah satu proses yang digunakan dalam pengolahan air adalah koagulasi/flokulasi. Proses ini melibatkan pengumpulan partikel-partikel yang berkontribusi terhadap kekeruhan dan tidak dapat dihilangkan dengan gravitasi, dan menggabungkannya menjadi partikel-partikel yang lebih besar yang dapat dihilangkan dengan menambahkan bahan koagulan (Adek 2016). Koagulan anorganik, seperti aluminium sulfat, besi sulfat, atau besi klorida, sering digunakan. Namun, koagulan ini memiliki beberapa kelemahan, diantaranya adalah peningkatan kandungan logam berat, konsumsi alkali, produksi lumpur, dan biaya operasional (Kristijarti et al., 2013).

Pengembangan koagulan organik yang ramah lingkungan dan efisien telah banyak diupayakan. Koagulan ini, yang juga dikenal sebagai biokoagulan, berasal dari sumber-sumber alami seperti cangkang udang, cangkang buah, biji-bijian, atau kayu. Contoh biokoagulan yang telah diteliti antara lain *Moringa oleifera*, *Aloe vera*, dan *Cactus* (Muruganandam et al. 2017). Biokoagulan dapat mengurangi dampak negatif dari koagulasi-flokulasi terhadap lingkungan dan kesehatan jika dibandingkan dengan koagulan anorganik. Biokoagulan memiliki beberapa keunggulan, termasuk biodegradabilitas, biokompatibilitas, toksisitas rendah, dan efisiensi energi (Putra et al. 2019).

Koagulan organik atau biokoagulan dapat dikategorikan berdasarkan jenis senyawa aktif yang dikandungnya. Tiga jenis senyawa aktif yang umum digunakan adalah protein, polifenol, dan polisakarida (Kristianto 2017). Protein adalah senyawa yang terdiri dari asam amino yang dapat berinteraksi dengan ion logam dan partikel koloid dalam air. Polifenol adalah senyawa yang memiliki gugus hidroksil yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air dan partikel koloid (Kurniawan et al. 2022). Polisakarida adalah senyawa yang terbentuk dari monosakarida yang dapat membentuk jembatan antara partikel koloid dan membantu proses flokulasi (Ajiputra et al., 2022).

Kulit jeruk dan biji durian dapat dijadikan sebagai biokoagulan berdasarkan senyawa yang terkandung di dalamnya. Kulit jeruk dan biji durian memiliki kandungan senyawa polisakarida, polifenol dan protein yang dapat

berperan sebagai bahan koagulan. Namun, kulit jeruk dan biji durian memiliki karakteristik dan kadar yang berbeda pada masing-masing kandungan tersebut (Kristianto et al. 2020). Pada kulit jeruk mengandung polisakarida struktur, yaitu pektin, yang jumlahnya mencapai 25-35% dari berat keringnya (Cozier 2014), sedangkan biji durian mengandung polisakarida cadangan makanan, yaitu pati, yang jumlahnya jumlahnya sekitar 42,1% (Sumarlin et al., 2013).

Biokoagulan dari kulit jeruk dan biji durian telah diteliti sebagai penambah koagulan dalam pengolahan limbah cair dan dapat digunakan untuk mengolah air limbah yang mengandung zat warna, logam berat, atau senyawa organik yang tinggi (Kristianto et al., 2020). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pektin yang diekstrak dari biji dan kulit jeruk dapat secara signifikan mengurangi kekeruhan dalam limbah sintetik bertonit, dengan tingkat pengurangan sebesar 99,6% menggunakan dosis 6 mg/L (Kebaili et al. 2018). Ekstraksi pati dari biji durian terbukti dapat berperan sebagai koagulan sekunder yang dapat membantu mekanisme koagulasi dari koagulan primer dalam menurunkan padatan tersuspensi, kekeruhan, dan COD pada pengolahan air lindi (Mohd et al. 2018). Penggunaan biokoagulan dari kulit jeruk, biji durian, dan kombinasi keduanya diharapkan dapat menurunkan kekeruhan dalam pengolahan air sungai untuk keperluan higiene dan sanitasi. Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Kemampuan Biokoagulan Kulit Jeruk dan Biji Durian Untuk Menurunkan Kekeruhan Air Sungai”

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian True Experimen yang memiliki rancangan posttest dengan kelompok control (Posttest Only Control Group Design), dikarenakan kasus-kasus telah dirandomisasi baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. Pada penelitian ini kelompok kontrol adalah air sungai tanpa diberi perlakuan, sedangkan kelompok eksperimen yaitu air sungai yang diberi perlakuan atau diberi dosis biokoagulan dari kulit jeruk, biji durian, dan kombinasi keduanya. Berdasarkan hasil perhitungan,

penelitian ini menggunakan pengulangan sebanyak tiga kali. Dalam satu kali pengulangan, terdapat 13 perlakuan yang menggunakan 3 jenis biokoagulan yaitu kulit jeruk, biji durian, dan kombinasi (1:1) keduanya, dengan variasi dosis 15 miligram, 20 miligram, 25 miligram, dan 30 miligram. Populasi dalam penelitian ini adalah air sungai Tunggul Irang yang melewati wilayah Kecamatan Martapura, sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah 39 liter air yang diambil dari sungai Tunggul Irang Martapura. Sampel air sungai akan diambil menggunakan teknik grab sampling dan segera dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian. Dalam menilai kemampuan dari biokoagulan dari kulit jeruk, biji durian, dan kombinasi koagulan kulit jeruk dan biji durian untuk menurunkan kekeruhan air sungai, hasil pengukuran dikaitkan dengan removal efficiency. Rumus removal efficiency digunakan untuk mengetahui persentase penurunan dengan perlakuan penambahan koagulan kulit jeruk, koagulan biji durian, dan kombinasi koagulan kulit jeruk dan biji durian. Data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam aplikasi statistik untuk dianalisis perbedaan kemampuan biokoagulan dari kulit jeruk, biji durian, dan kombinasi keduanya untuk menurunkan kekeruhan air sungai. Uji two way anova digunakan untuk mengetahui perbedaan kemampuan biokoagulan berdasarkan variasi jenis dan dosis biokoagulan yang digunakan untuk menurunkan kekeruhan air sungai. Jenis biokoagulan yang digunakan yaitu kulit jeruk, biji durian, dan kombinasi keduanya dengan perbandingan 1:1, sedangkan untuk dosis biokoagulan yang digunakan yaitu 15 miligram, 20 miligram, 25 miligram, dan 30 miligram.

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang diperoleh melalui uji *jarrest*, hasil yang didapat pada penelitian ini yaitu:

1. Kemampuan Biokoagulan Pektin Kulit Jeruk (*Citrus nobilis*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui dari seluruh pengulangan menggunakan 4 dosis biokoagulan pektin kulit jeruk mendapatkan kemampuan penurunan kekeruhan yang berbeda-beda. Dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1 Pengamatan Kemampuan Biokoagulan Pektin Kulit Jeruk

Ulangan	Dosis (Miligram)									
	0		15		20		25		30	
	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)
1	60,4	9,2	38,3	42,4	40,9	38,5	42,0	36,8	45,2	32,0
2	54,1	9,1	37,9	36,3	40,1	32,6	41,6	30,1	45,5	23,5
3	57,2	9,8	37,8	40,4	40,4	36,3	40,7	35,8	44,7	29,5
Means	57,2	9,3	38,0	39,7	40,5	35,8	41,4	34,2	45,1	28,4

Hasil perhitungan Removal Efficiency pektin kulit jeruk didapatkan pada rentang 28,4%-39,7%. Kemampuan penurunan kekeruhan terbaik untuk pektin kulit jeruk terjadi pada dosis 15 mg yang mampu menurunkan kekeruhan air sungai dari 66,5 NTU menjadi 38,3 NTU.

2. Kemampuan Biokoagulan Pati Biji Durian (*Durio zibethinus*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui dari seluruh pengulangan menggunakan 4 dosis biokoagulan pati biji durian mendapatkan kemampuan penurunan kekeruhan yang berbeda-beda. Dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Pengamatan Kemampuan Biokoagulan Pati Biji Durian

Ulangan	Dosis (Miligram)									
	0		15		20		25		30	
	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)
1	60,4	9,2	37,0	44,4	46,1	33,7	44,1	30,7	50,3	24,4
2	54,1	9,1	35,7	40,0	46,0	28,2	42,7	22,7	46,0	22,7
3	57,2	9,8	35,5	44,0	46,9	30,6	44,0	26,0	47,3	25,4
Means	57,2	9,3	36,1	42,8	46,3	30,8	43,6	26,5	47,9	24,2

Hasil perhitungan *Removal Efficiency* pati biji durian didapatkan pada rentang 24%-42,8%. Kemampuan penurunan kekeruhan terbaik untuk pati biji durian terjadi pada

dosis 15 mg yang mampu menurunkan kekeruhan air sungai dari 66,5 NTU menjadi 37 NTU.

3. Kemampuan Kombinasi Biokoagulan Pektin Kulit Jeruk dan Pati Biji Durian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui dari seluruh pengulangan menggunakan 4 dosis kombinasi biokoagulan pektin kulit jeruk dan pati biji durian mendapatkan kemampuan penurunan kekeruhan yang berbeda-beda. Dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Pengamatan Kemampuan Kombinasi Biokoagulan Pektin Kulit Jeruk dan Pati Biji Durian

Ulangan	Dosis (Miligram)									
	0		15		20		25		30	
	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)	NTU	(%)
1	60,4	9,2	41,2	38,1	40,6	39,0	42,2	36,5	44,2	33,5
2	54,1	9,1	41,6	30,1	38,4	35,5	42,5	28,6	43,6	26,7
3	57,2	9,8	41,0	35,3	40,6	36,0	41,9	33,9	43,7	31,1
Means	57,2	9,3	41,3	34,5	39,9	36,8	42,2	33,0	43,8	30,4

Hasil penelitian kombinasi dengan perbandingan 1:1 ekstrak pektin dari kulit jeruk dan ekstrak pati dari biji durian didapatkan Removal Efficiency pada rentang 30,5%-36,8%. Kemampuan penurunan kekeruhan terbaiknya terjadi pada dosis 20 mg yang mampu menurunkan kekeruhan air sungai dari 66,5 NTU menjadi 40,6 NTU.

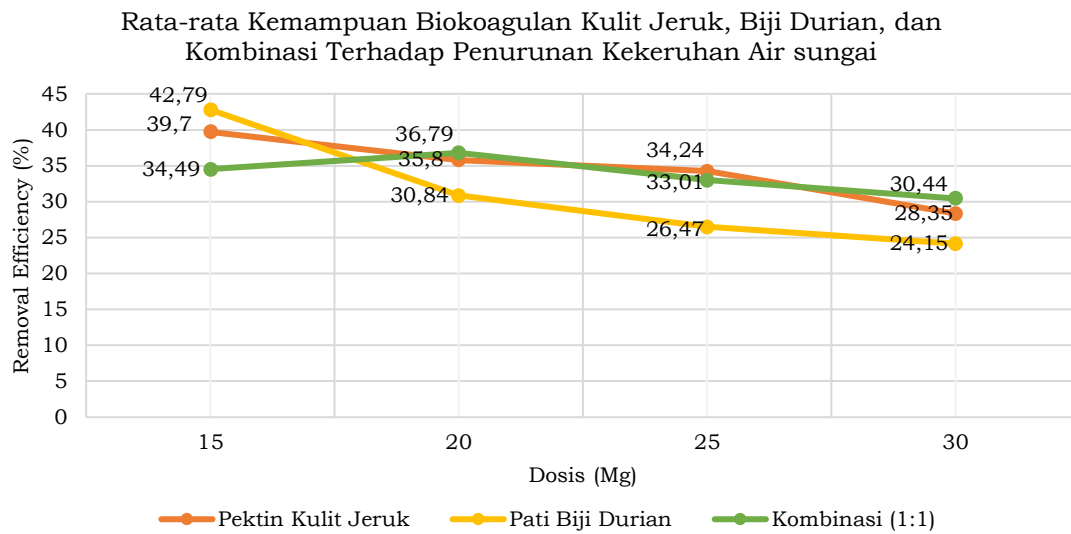
4. Suhu dan pH

Berdasarkan seluruh perlakuan dan pengulangan yang dilakukan tercatat bahwa suhu tertinggi hasil pemeriksaan sebesar 30,4oC dan suhu terendah 28,4oC. Pada pemeriksan pH, tercatat bahwa hasil pemeriksan pH tertinggi sebesar 7,8 dan pH terendah 7,4. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan pH tidak menjadi variabel pengganggu yang dapat menyebabkan bias

dalam hasil uji pemeriksaan kekeruhan karena suhu dan pH selama perlakuan tidak memiliki perbedaan yang jauh.

5. Perbandingan Kemampuan Biokoagulan Kulit Jeruk, Biji Durian, dan Kombinasi Terhadap Penurunan Kekeruhan Air Sungai

Berdasarkan pengamatan kemampuan biokoagulan kulit jeruk, biji durian, dan kombinasi terhadap penurunan kekeruhan air sungai, didapatkan perbandingan rata-rata *removal efficiency* sebagai berikut.



Dapat dilihat bahwa dari seluruh pengulangan pada setiap kelompok didapatkan kemampuan penurunan kekeruhan yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara jenis dan dosis yang digunakan terhadap kemampuan penurunan kekeruhan air sungai. Kemampuan penurunan kekeruhan dari biokoagulan dirasa belum maksimal dan dapat ditingkatkan dengan memperhatikan perlakuan yang mempengaruhi mekanisme koagulasi. Menurut Kholif dkk (2020) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi adalah derajat keasaman, suhu air, jenis koagulan, kandungan ion terlarut, tingkat kekeruhan, dosis koagulan, dan kecepatan pengadukan. Penyusun kekeruhan dalam air sungai biasanya terdiri dari partikel-partikel seperti tanah liat, lumpur, bahan organik yang sangat kecil, ganggang, senyawa organik berwarna terlarut, dan plankton serta organisme mikroskopis lainnya (WHO/UNICEF 2017). Air sungai dan limbah cair memiliki

komposisi kimia yang berbeda. Limbah cair sering kali mengandung konsentrasi polutan yang lebih tinggi dan beragam yang dapat bereaksi lebih baik dengan koagulan tertentu (Tetteh and Rathilal 2019). Aspek kekeruhan dalam air yang disebabkan oleh lumpur halus atau kasar menjadikan kebutuhan akan koagulan relatif sedikit. Sementara itu, dalam kasus di mana kekeruhan sebagian besar disebabkan oleh koloid menjadikan kebutuhan akan koagulan jauh lebih besar (Kristijarti et al., 2013).

Kemampuan penurunan kekeruhan yang telah dihasilkan biokoagulan memiliki efektifitas yang rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh kualitas ekstrak yang rendah dan mekanisme koagulasi yang dihasilkan polisakarida tidak efektif untuk air sungai. Kandungan pektin pada kulit jeruk ditemukan sekitar 25-35% (Cozier 2014), sedangkan pati pada biji durian ditemukan sekitar 42,1% (Sumarlin et al., 2013). Kandungan tersebut harus diekstrak terlebih dahulu untuk dijadikan sebagai koagulan. Metode ekstraksi pada penelitian ini dapat dibidang sederhana karena bertujuan agar masyarakat dapat menirunya. Hasil ekstrak penelitian ini hanya dilihat berdasarkan ciri-ciri fisik dan tidak dilakukan uji skrinning untuk memastikan kualitas ekstrak yang telah dihasilkan. Sehingga kemampuan biokoagulan yang rendah dapat disebabkan oleh hasil ekstrak yang rendah. Untuk mekanisme koagulasi pada polisakarida umumnya dijumpai mekanisme interparticle bridging. Hal ini dibuktikan selama pengujian menggunakan pektin kulit jeruk dan pati biji durian ditemukan reaksi terbentuknya lapisan gel yang mengikat flok sehingga menggumpal di dasar wadah. Mekanisme ini berbeda jika dibandingkan dengan koagulan konvensional seperti alum. Mekanisme koagulasi yang dijumpai pada alum adalah mekanisme netralisasi muatan yang disebabkan partikel Aluminium yang memiliki muatan positif berikatan dengan partikel penyusun kekeruhan pada air yang bermuatan negatif. Sedangkan mekanisme koagulasi yang dijumpai pada polisakarida memiliki reaksi dimana molekul polisakarida yang berupa polimer dengan rantai panjang teradsorpsi pada permukaan koloid sehingga membentuk flok yang dapat mengendap (Kristianto et al. 2020). Hal ini dapat mendasari bahwa biokoagulan pektin kulit jeruk dan pati biji durian

lebih cocok digunakan sebagai koagulan pada pengolahan air limbah karena berdasarkan referensi sebelumnya kinerja pektin dan pati menunjukkan hasil penurunan kekeruhan yang lebih besar pada kekeruhan yang lebih tinggi. Jika ingin menerapkan ekstrak pati biji durian dan pektin kulit jeruk sebagai koagulan untuk air keperluan higiene dan sanitasi, maka harus dilanjutkan dengan proses filtrasi.

Hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam memilih pektin kulit jeruk dan pati biji durian sebagai koagulan organik. Pektin kulit jeruk dan pati biji durian tetap berpengaruh dalam menurunkan kekeruhan pada air sungai walaupun hasil yang ditunjukkan tidak mencapai baku mutu yang telah ditetapkan. Kemampuan penurunan kekeruhan air sungai oleh pektin kulit jeruk didapat penurunan dari 60,4 NTU menjadi 37,8 NTU. Pada pati biji durian didapat penurunan dari 60,4 NTU menjadi 35,5 NTU. Sedangkan untuk kombinasi keduanya didapat penurunan dari 60,4 NTU menjadi 38,4 NTU. Untuk mencapai baku mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi yang harus dibawah 3 NTU, maka perlu dilanjutkan dengan proses filtrasi. Proses filtrasi yang digunakan dapat memilih dari beberapa metode antara lain slow sand filter, saringan keramik, teknologi membran dan lain-lain.

D. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan bahwa biokoagulan kulit jeruk memiliki kemampuan menurunkan kekeruhan air sungai sebesar 23,5%-42,4% dengan dosis optimum didapatkan pada dosis 15 mg/L. Biokoagulan biji durian memiliki kemampuan menurunkan kekeruhan air sungai sebesar 22,7%-44,4% dengan dosis optimum didapatkan pada dosis 15 mg/L. Sedangkan kombinasi biokoagulan kulit jeruk dan biji durian memiliki kemampuan menurunkan kekeruhan air sungai sebesar 26,7%-38,9% dengan dosis optimum didapatkan pada dosis 20 mg/L. Semua hasil kemampuan biokoagulan yang ada masih belum efektif menurunkan kekeruhan sampai di bawah baku mutu yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adek, Alfiandri. 2016. "Analisis Pengaruh Penambahan Lumpur Terhadap Efisiensi Koagulasi Flokulasi Air Baku Air Minum." Universitas Andalas.
- Ajiputra, Farhan Athallah, Novirina Hendrasarie, and Raden Kokoh Haryo Putro. 2022. "Pemanfaatan Biokoagulan Gambas Kering Sebagai Pengolahan Limbah Cair Batik." *Environmental Science and Engineering Conference* Vol 03 (1): 37–42.
- Cozier, Muriel. 2014. "Business Highlights: Collaboration: Bigger and Beta." *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 8 (6): 743.
- Kebaili, Maya, Souad Djellali, Manelle Radjai, Nadjib Drouiche, and Hakim Lounici. 2018. "Valorization of Orange Industry Residues to Form a Natural Coagulant and Adsorbent." *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 64: 292–99.
- Kementerian Kesehatan. 2023. "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023." *Kemendes Republik Indonesia* 151 (2): Hal 10-17.
- Kristianto, Hans. 2017. "The Potency of Indonesia Native Plants as Natural Coagulant: A Mini Review." *Water Conservation Science and Engineering* 2 (2): 51–60.
- Kristianto, Hans, Angelica Jennifer, Asaf Kleopas Sugih, and Susiana Prasetyo. 2020. "Potensi Polisakarida Dari Limbah Buah-Buahan Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Air Dan Limbah Cair: Review." *Jurnal Rekayasa Proses* 14 (2): 108.
- Kristijarti, A Prima, Ign Suharto, and Marieanna. 2013. "Penentuan Jenis Koagulan Dan Dosis Optimum Untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi Dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X." *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan*, 1–33.
- Kurniawan, Setyo Budi, Muhammad Fauzul Imron, Che Engku Noramalina Che Engku Chik, Amina Adedoja Owodunni, Azmi Ahmad, Mohammad Mohammad Alnawajha, Nurul Farhana Mohd Rahim, Nor Sakinah Mohd Said, Siti Rozaimah Sheikh Abdullah, and Nor Azman Kasan. 2022. "What Compound inside Biocoagulants/Bioflocculants Is Contributing the Most to the Coagulation and Flocculation Processes?" *Science of the Total Environment* 806: 150902.
- MENLHK. 2017. "Petunjuk Teknis Restorasi Kualitas Air Sungai." *Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia*, no. 021: 1–106.
- Mohd, Suffian Yusoff, Abdul Aziz Hamidi, Faiz Mohd, Suja' Fatihah, Zuhairi Abdullah Ahmad, and Ezlin Noor. 2018. "Floc Behavior and Removal Mechanisms of Cross-Linked Durio Zibethinus Seed Starch as a Natural Flocculant for Landfill Leachate Coagulation-Flocculation Treatment." *Waste Management* 74: 362–72.
- Muruganandam, L, M P Saravana Kumar, Amarjit Jena, Sudiv Gulla, and Bhagesh Godhwani. 2017. "Treatment of Waste Water by Coagulation and Flocculation Using Biomaterials." In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 263:32006. IOP Publishing.
- Putra, Rudy Syah, Andrie Muhammad Iqbal, Irfan Ari Rahman, and Mohammad

- Sobari. 2019. "Evaluasi Perbandingan Koagulan Sintesis Dengan Koagulan Alami Dalam Proses Koagulasi Untuk Mengolah Limbah Laboratorium." *Khazanah: Jurnal Mahasiswa* 11 (01): 1-4.
- Sumarlin, Raswen Efendi, and Rahmayuni. 2013. "KARAKTERISASI PATI BIJI DURIAN (*Durio Zibethinus Murr.*) DENGAN HEAT MOISTURE TREATMENT (HMT)." *Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau*, 1-14.
- Tetteh, Emmanuel Kweinor, and Sudesh Rathilal. 2019. "Application of Organic Coagulants in Water and Wastewater Treatment." *Org. Polym* 1: 51-68.
- WHO/UNICEF. 2017. "WATER QUALITY AND HEALTH - REVIEW OF TURBIDITY: Information for Regulators and Water Suppliers." *Who/Fwc/Wsh/17.01*, 10.