

OPTIMASI VOLUME NAOH PADA PROSES DELIGNIFIKASI AMPAS TEBU UNTUK PRODUKSI BIOKOAGULAN DAN APLIKASINYA DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR POME

Nur Aulia Putri¹, Sekar Ayu Setyowati^{2*}, Alfidah Tyas Suciningrum³, Andri Kurniawan⁴,
Arief Adhiksana⁵

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda

*Corresponding author

*[Email: Sekarayu@polnes.ac.id](mailto:Sekarayu@polnes.ac.id)

Abstrak

Limbah tebu (ampas tebu) merupakan limbah industri yang berdampak pada kesehatan masyarakat karena memiliki kandungan emisi produk pembakaran yang berbahaya seperti karbon organik yang mudah menguap (VOC) dan Karbon monoksida (CO). Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah ampas tebu sebagai bahan biokoagulan dalam menurunkan parameter limbah cair seperti TSS, TDS, turbiditi, dan pH melalui delignifikasi dengan waktu maserasi 24 jam dan memvariasikan volume agen delignifikasi (NaOH 8%) 50 ml, 100 ml, 150 ml, 200 ml dan 250 ml. Ampas tebu diproses menjadi serbuk halus dan digunakan sebagai media penyerap yang dicampur dengan *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ampas tebu efektif dalam menurunkan *Total Suspended Solids* (TSS), *Total Dissolved Solids* (TDS), dan kekeruhan tetapi mengalami kenaikan pH pada POME. Penurunan terbesar terjadi pada variasi volume pelarut 250 ml dengan metode maserasi, menghasilkan penurunan TSS hingga 99%, TDS hingga 99%, penurunan turbiditi hingga 98% dan pH menjadi basa. Temuan ini menunjukkan bahwa limbah ampas tebu memiliki potensi sebagai bahan alternatif yang murah dan ramah lingkungan dalam pengolahan limbah cair kelapa sawit.

Kata Kunci: limbah ampas tebu, maserasi, POME

Abstract

Sugarcane waste (bagasse) is an industrial waste that has a harmful impact on public health because it contains emissions of hazardous combustion products such as volatile organic carbon (VOC) and carbon monoxide (CO). This study aims to utilize bagasse waste as a biocoagulant material in reducing these parameters through the maceration method with an extraction time of 24 hours and varying the volume of solvent (8% NaOH) 50 ml, 100 ml, 150 ml, 200 ml and 250 ml. Bagasse is processed into fine powder and used as an absorbent medium mixed with POME. The results showed that bagasse is effective in reducing TSS, TDS, and turbidity but experienced an increase in pH in POME. The largest decrease occurred in the variation of solvent volume of 250 ml with the maceration method, resulting in a decrease in TSS of up to 99%, TDS of up to 99%, a decrease in turbidity of up to 98% and pH becoming alkaline. These findings indicate that sugarcane bagasse waste has the potential as a cheap and environmentally friendly alternative material in the processing of palm oil liquid waste.

Keywords: bagasse waste, maceration, POME

Pendahuluan

Tanaman tebu merupakan tanaman yang hanya dapat ditanam di daerah yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia. Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki hasil perkebunan tebu yang melimpah, menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur khususnya kota samarinda memproduksi sebesar 1.000 ton pada tahun 2021 sedangkan produksi perkebunan tebu di Kalimantan Timur terbesar pada kota Kutai kartanegara dengan jumlah sebesar 1.731 ribu ton (BPS, 2021). Data ini membuktikan bahwa produksi tebu di Kalimantan Timur memiliki jumlah yang sangat besar dimana.

Pengolahan limbah menjadi bahan yang memberikan keuntungan dan memiliki nilai ekonomi tinggi dilakukan agar dapat mengurangi jumlah dampak negatif bagi lingkungan dan membentuk industri yang memiliki wawasan lingkungan. Maka dari itu pada riset ini ingin mengolah limbah ampas tebu menjadi biokoagulan karena limbah tebu merupakan produk sampingan dari industri gula dan tersedia dalam jumlah besar di seluruh dunia. Ampas tebu dengan residu berserat yang tersisa setelah sari tebu diekstraksi, merupakan prekursor potensial untuk produksi biokoagulan karena melimpahnya bahan baku, biaya rendah, dan komposisi senyawa lignoselulosa yang kaya dan didalam limbah tebu (ampas) mengandung sebanyak 40-50% selulosa dan 25-35% hemiselulosa, lignin, mineral, lilin dan senyawa lain. Dari hasil jandungan yang terdapat dalam limbah tebu tersebut, ampas tebu direkomendasikan untuk dijadikan sumber selulosa. Biokoagulan berbasis ampas tebu telah menunjukkan potensi besar dalam pengolahan air limbah, secara efektif menghilangkan partikel tersuspensi, bahan organik, dan logam berat dari berbagai jenis air dan air limbah. Selain itu, penggunaan ampas tebu sebagai prekursor untuk produksi biokoagulan memiliki beberapa manfaat lingkungan dan ekonomi, termasuk pengurangan produksi limbah, pengurangan ketergantungan pada koagulan konvensional, dan peningkatan pendapatan bagi industri gula (Iwuozor dkk., 2023).

Untuk saat ini pengelolaan limbah POME hanya menggunakan kolam terbuka mulai dianggap kurang efisien dan kurang ramah lingkungan. Selain itu dampak negatif lainnya adalah kemungkinan adanya kebocoran *flatbed* (dasar kolam limbah) yang terjadi karena porositas tanah serta adanya lubang dalam tanah yang tidak terdeketsi sebelumnya, Timbulnya bau limbah organik, meningkatnya populasi nyamuk (Loekito,

2022). Adapun metode yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah POME yaitu koagulasi. Koagulasi merupakan metode pengolahan limbah cair dengan memanfaatkan koagulan untuk memisahkan impuritas dari cairan. Koagulasi merupakan teknik pengolahan air yang relatif murah dibandingkan dengan metode lain seperti reverse osmosis atau disinfeksi UV. Biaya koagulan yang digunakan dalam proses ini relatif rendah, dan peralatan yang diperlukan untuk koagulasi sederhana dan memerlukan perawatan minimal.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Efektivitas limbah ampas tebu yang berfungsi sebagai bahan dasar pembuatan biokoagulan yang berperan dalam penurunan pH, TDS, TSS dan turbiditi pada limbah cair kelapa sawit (POME).

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengurangi jumlah limbah ampas tebu sebagai bahan biokoagulan sehingga mengurangi timbulan limbah organik khususnya di Kota Samarinda. Selain itu, untuk memanfaatkan kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada ampas tebu

Metode

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu blender, ayakan 100 mesh, oven, gelas kimia 1000 ml, gelas kimia 500 ml, gelas kimia 100 ml, pipet 25 ml, cawan petridish, corong kaca, spatula, labu ukur 100 ml, pipet tetes, desikator, neraca analitik, pH meter, turbidimeter, *hotplate*, *magnetic stirrer* dan pompa vakum. Sedangkan untuk bahan yang digunakan ampas tebu, NaOH 8%, aquades, kertas saring whattman 42 dan sampel limbah pome.

Tahapan penelitian

1. Preparasi Ampas Tebu

Ampas tebu didapat melalui penjual tebu yang berada dilingkungan kampus Politeknik Negeri Samarinda. Prosesnya dimulai dengan mencuci bersih ampas tebu kemudian keringkan ampas tebu yang sudah dicuci dengan bantuan sinar matahari, kembali mengeringkat ampas tebu dengan menggunakan oven

pada suhu 90 °C dalam waktu 1 jam kemudian mengecilkan ukuran ampas tebu dengan cara menggiling dan ayak dengan ukuran 100 mesh.

2. Delignifikasi Ampas Tebu menggunakan metode maserasi

Menimbang 5 gr ampas tebu yang telah di keringkan. Menambahkan pelarut sesuai variasi 50 ml, 100 ml, 150 ml, 200 ml dan 250 ml. Mengaduk sampel dan pelarut menggunakan batang pengaduk dalam durasi 30 menit pengadukan pada kondisi suhu ruang. Menyimpan sampel pada ruang tertutup tanpa sinar matahari sampai sampel digunakan. Memisahkan fasa yang terdapat di sampel menggunakan kertas saring

3. Analisis pH (SNI 06-6989.11-2004)

Analisis pH pada penelitian ini mengikuti standar SNI 06-6989.11- 2004. Adapun metode untuk mengukur pH yaitu sebagai berikut. kalibrasi terlebih dahulu alat pH meter menggunakan larutan penyangga. Meringkakan elektroda dengan tisu selanjutnya membilas elektroda menggunakan aquades. Membilas elektroda menggunakan larutan contoh uji. Mencelupkan elektroda ke larutan contoh uji sampai pH meter melihtakan pembacaan yang tetap.

4. Analisis TSS (SNI 6989.3-2019)

Pengukuran kadar TSS pada penelitian ini mengikuti SNI 06-6989.3- 2019. Metode mengukur TSS yaitu. Meletakkan kertas saring pada filtrasi. Memasang system vakum,menghidupkan pompa vakum kemudian membilas kertas saring menggunakan 20 mL akuades Memindahkan kertas saring ke media penimbang dan mengeringkan media penimbang yang berisi kertas saring dalam oven pada suhu 103-105°C selama 1 jam , Mendinginkan media penimbang di dalam desikator kemudian timbang, melakukan kembali langkah 1-3 sehingga mendapatkan berat tetap (catat sebagai W_0), Membasahi kertas saring dengan dengan sedikit akuades, Mengaduk contoh uji sampai didapatkan contoh uji yang homogeny kemudian, mengambil contoh uji dengan volume tertentu dan memasukkan ke dalam media penyaring. Menghidupkan sistem vakum, Membilas kertas saring hingga 3 kali dengan 10 mL aquades, melanjutkan penyaringan dengan sistem vakum hingga tiris, Memindahkan kertas saring dari peralatan penyaring menggunakan pipet, dengan hati-hati ke media penimbang, Mengeringkan media penyaring yang berisi kertas saring dalam oven pada, suhu

103-105°C selama 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator dan, timbang, Mengulangi langkah 9 sampai diperoleh berat tetap (catat sebagai W₁), Menghitung TSS sesuai dengan rumus berikut :

$$\text{Total Suspended Solid (mg/L)} = \frac{(W_1 - W_0) \times 1000}{V}$$

Keterangan :

W₀ = berat media penimbang + kertas saring mula mula (mg)

W₁ = berat media penimbang + berat kertas saring dan residu kering (mg)

V = volume contoh uji (mL)

1000 = konversi mL ke L

5. Analisis TDS (SNI 6889.27-2019)

Pengukuran kadar TDS pada penelitian ini menggunakan SNI 06-6989.27-2019. Metode dalam mengukur TSS adalah sebagai berikut. Meletakkan kertas saring pada alat filtrasi. Memasang system vakum, meng-on kan pompa vakum kemudian membilas kertas saring dengan 20 mL akuades Memindahkan kertas saring ke tempat penimbang dan mengeringkan media penimbang yang berisi kertas saring dalam oven pada suhu 103-105°C selama 1 jam , Mendinginkan media penimbang di dalam desikator kemudian timbang, Ulangi langkah 1-3 sampai diperoleh berat tetap (catat sebagai W₀), Membasahi kertas saring dengan dengan sedikit akuades, Mengaduk contoh uji hingga diperoleh contoh uji yang homogen, kemudian, mengambil contoh uji dengan volume tertentu dan memasukkan ke dalam penyaringan. Selanjutnya mengeringkan media penyaring yang berisi kertas saring dalam oven pada, suhu 103-105°C selama 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator dan, timbang, Mengulangi langkah tersebut sampai diperoleh berat tetap (W₁), Menghitung TSS sesuai dengan rumus berikut :

$$\text{Total Suspended Solid (mg/L)} = \frac{(W_1 - W_0) \times 1000}{V}$$

Keterangan :

W₀ = berat media penimbang + kertas saring awal (mg)

W₁ = berat media penimbang + berat kertas saring dan residu kering (mg)

V = volume contoh uji (mL)

1000 = konversi mL ke L

6. Analisis turbiditi (Savira, 2023)

Menghidupkan alat turbidimeter, Membilas botol kuvet dengan akuades. Mengukur blanko, selanjutnya memasukkan contoh uji ke dalam botol, kuvet hingga tanda batas dan mengukur kekeruhannya. Mengulangi pengukuran sebanyak 3 kali.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh data data penelitian yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penelitian dengan memvariasikan volum NaOH 8%

Ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu dipreparasi selama 7 hari melalui proses pengeringan menggunakan sinar matahari, kemudian dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan oven untuk memastikan kadar air

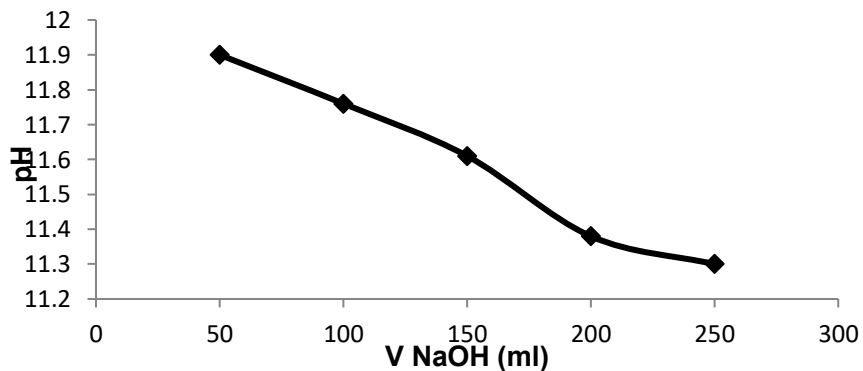
| No | V NaOH | pH | Efts(%) | Turbiditi | Efts(%) | TDS | Efts(%) | TSS | Efts(%) |
|----|--------|-------|---------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1 | 50 | 11,90 | 23,05% | 74 | 92,60% | 2,9433 | 99,98% | 3,5320 | 99,98% |
| 2 | 100 | 11,76 | 22,66% | 64 | 93,60% | 2,7142 | 99,98% | 3,8000 | 99,98% |
| 3 | 150 | 11,61 | 22,25% | 54 | 94,60% | 2,2600 | 99,98% | 3,1640 | 99,98% |
| 4 | 200 | 11,38 | 21,61% | 56 | 94,40% | 4,7128 | 99,97% | 6,5980 | 99,97% |
| 5 | 250 | 11,30 | 21,39% | 60 | 94,00% | 0,5728 | 100,00% | 0,8020 | 100,00% |

berkurang secara optimal. Setelah kering, ampas tebu diperkecil ukurannya menggunakan blender dan selanjutnya diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh guna memperoleh ukuran partikel yang lebih seragam. Serbuk ampas tebu yang telah lolos ayakan kemudian didelignifikasi menggunakan larutan NaOH 8% selama 24 jam untuk memisahkan komponen non-selulosa dan meningkatkan kemurnian material

yang akan digunakan pada tahap penelitian berikutnya. Ampas tebu kaya akan senyawa lignin selulosa yang dapat menurunkan parameter limbah cair kelapa sawit (POME) hal ini dapat dibuktikan dengan hasil analisis dan efektifitas limbah ampas tebu.

Pengaruh Variasi NaOH pada pH

Pada metode maserasi terjadi penurunan angka pH yang tidak signifikan seiring dengan penambahan volume NaOH 8% yang ditunjukkan pada Gambar 1.

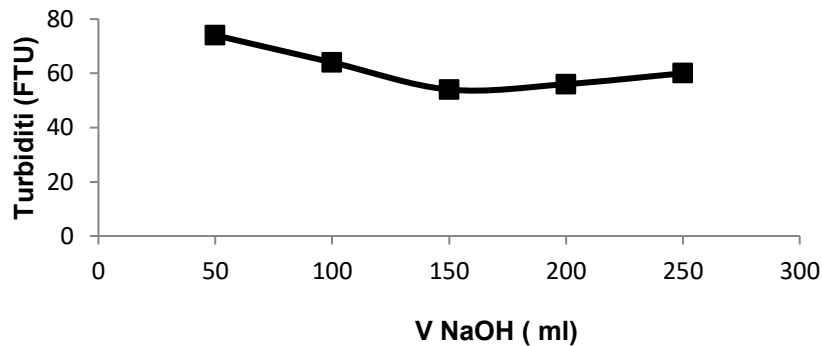


Gambar 1. Grafik hasil analisis pH

Penurunan pH tersebut disebabkan pada metode maserasi terjadi pembentukan 2 fasa saat delignifikasi berlangsung, fasa atas (larutan) dipisahkan dengan fasa bawa (*slurry*), pemisahan ini menyebabkan basa yang terkandung dalam biokoagulan mengalami pengurangan. Oleh sebab itu terjadi penurunan nilai pH pada metode maserasi. Selain itu penyebab turunnya pH karena NaOH mampu memecah senyawa lignin selulosa yang terkandung pada ampas tebu menjadi senyawa yang lebih kecil seperti selulosa.

Pengaruh Variasi NaOH terhadap Turbiditi

Hasil analisis pengaruh bolum NaOH terhadap turbiditi disajikan pada Gambar 2. Metode maserasi mengalami penurunan pada variasi volume 150 ml dan kembali mengalami kenaikan pada variasi volume 250 ml hal ini disebabkan oleh penambahan volume pelarut dapat menghasilkan senyawa berupa lignin, selulosa dan hemi selulosa yang dapat menurunkan turbiditi dalam limbah POME tersebut.

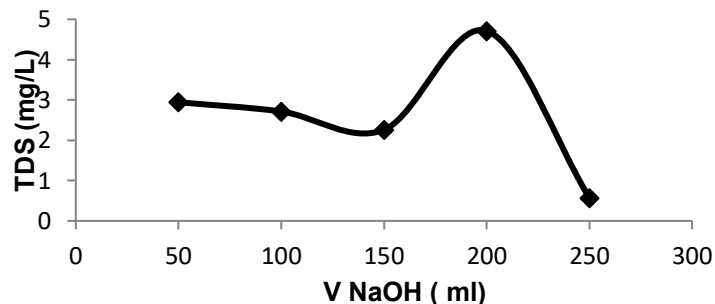


Gambar 2. Grafik hasil analisis turbiditi

Menurut penelitian Hermiati dkk., (2019) bahwa penambahan pelarut NaOH pada biokoagulan ampas tebu dapat mempengaruhi pembentukan lignin, selulosa dan hemiselulosa, penambahan pelarut dapat memecah ikatan antara lignin dan selulosa serta mengurangi kandungan lignin yang dapat meningkatkan kemampuan biokoagulan hal ini juga terjadi pada hemiselulosa ketika ditambah pelarut itu mengakibatkan peningkatan kemampuan biokoagulan, biokoagulan yang di hasilkan dapat mengendapkan partikel partikel koloid dalam limbah dan menurunkan turbiditi. Itu sebabnya pada metode maserasi ini mengalami penurunan. Tetapi kenaikan yang terjadi pada volume 250 ml disebabkan oleh semakin banyak volume pelarut yang di tambahkan maka konsentrasi semakin tinggi itu dapat menyebabkan proses pengendapan mengalami penghambatan peningkatan turbiditi yaitu proses koagulasi tidak berjalan dengan optimal sehingga turbiditi mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan konsentrasi yang tidak optimal, karena volume 250 ml pada metode maserasi ini merupakan volume tertinggi maka konsentrasi pada biokoagulan menjadi terlalu encer hal ini mengurangi kemampuan biokoagulan untuk mengikat partikel tersuspensi sehingga kekeruhan bertambah akibat partikel yang tidak terkoagulasi dengan baik dan menyebabkan terjadi kenaikan nilai turbiditi pada limbah POME

Pengaruh Variasi NaOH terhadap TDS

Hasil analisis pengaruh volum NaOH dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 nilai TDS metode maserasi terjadi lonjakan yang sangat signifikan pada volume 200 ml hal ini disebabkan karena pada volume pelarut 200 ml, konsentrasi zat terlarut dalam larutan mencapai titik optimal untuk senyawa aktif dari ampas tebu. Pada volume ini, jumlah ampas tebu yang digunakan relatif rendah dibandingkan dengan jumlah pelarut, sehingga meningkatkan akumulasi zat terlarut dalam larutan (Nurzanah, 2023).

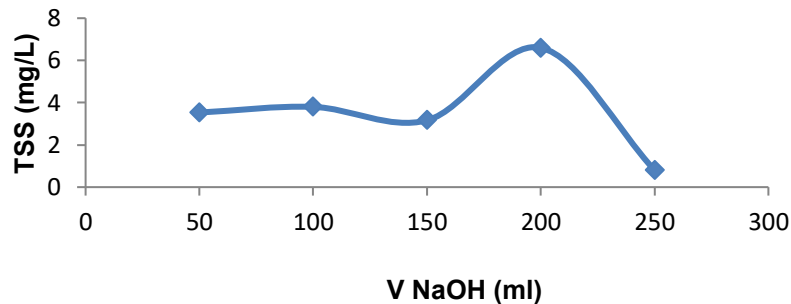


Gambar 3. Grafik hasil analisis TDS

Volume NaOH yang cukup besar memungkinkan lebih banyak senyawa polutan dan nutrisi terlarut dari ampas tebu, seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin, yang berkontribusi pada peningkatan TDS. Proses maserasi juga berperan dalam meningkatkan efisiensi delignifikasi dengan memperbesar area permukaan kontak antara ampas tebu dan pelarut. Sedangkan pada variasi 250 ml terjadi penurunan yang sangat signifikan pada nilai 0,5728 mg/L hal ini disebabkan oleh Pada volume 250 ml, kemungkinan terjadi kejenuhan zat terlarut dalam larutan. Ketika jumlah pelarut melebihi kapasitas untuk melarutkan zat-zat aktif dari ampas tebu, maka semua komponen dapat terlarut secara efektif. Hal ini dapat menyebabkan penurunan nilai TDS.

Pengaruh Variasi NaOH terhadap TSS

Gambar X menunjukkan pengaruh variasi volume NaOH pada proses delignifikasi ampas tebu terhadap nilai Total Suspended Solids (TSS) limbah POME setelah perlakuan menggunakan biokoagulan. Perubahan nilai TSS yang diperoleh mengindikasikan bahwa volume NaOH yang digunakan selama proses preparasi biokoagulan memengaruhi kemampuan koagulasi dalam menghilangkan padatan tersuspensi.



Gambar 4. Hasil analisa TSS

Hasil analisis TSS dengan menggunakan metode maserasi, terlihat hasil analisis TSS mengalami kenaikan pada variasi volume 200 ml dengan nilai TSS sebesar 6,9580 mg/l dan penurunan pada variasi volume pelarut 250 ml dengan nilai TSS sebesar 0,8020 mg/l. Hal ini disebabkan karena Ampas tebu mengandung senyawa alami seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin, yang dapat berinteraksi dengan partikel koloid dalam POME. Senyawa ini memiliki kemampuan untuk mempengaruhi viskositas dan kestabilan suspensi partikel dalam air, mengubah sifat permukaan partikel agar lebih mudah mengendap. Proses ini mengurangi jumlah padatan tersuspensi yang tercatat sebagai TSS. Flok yang terbentuk melalui proses koagulasi dan flokulasi akan mengendap ke dasar, sehingga menyebabkan penurunan kekeruhan air. Penurunan kekeruhan ini juga sejalan dengan penurunan TSS, karena banyak partikel yang sebelumnya tersuspensi kini sudah bergabung dalam flok dan mengendap. Oleh karena itu, TSS akan berkurang setelah proses pemberian biokoagulan (Iwuozor dkk., 2023).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi volume agen delignifikasi dalam proses pembuatan biokoagulan terbaik diperoleh pada konsentrasi 250 mg/L pada metode maserasi dengan efektifitas Turbuditi sebesar 95,00%, TDS 99,99% dan TSS 99,99% setelah proses koagulasi telah memenuhi baku mutu ini membuktikan bahwa biokoagulan dari ampas tebu mampu menurunkan parameter pada limbah cair kelapa sawit (POME), sedangkan nilai pH belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011 oleh sebab itu perlu diadakannya perlakuan khusus untuk menurunkan pH menjadi netral.

Daftar Referensi

- Aziz A, M. M., Kassim, K. A., ElSergany, M., Anuar, S., Jorat, M. E., Yaacob, H., Ahsan, A., Imteaz, M. A., & Arifuzzaman. (2020). Recent advances on palm oil mill effluent (POME) pretreatment and anaerobic reactor for sustainable biogas production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119(November), 109603. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109603>
- Andriansyah, M. D. (2020). Potensi Bahan Koagulan PAC (Poly Aluminium Chloride) Untuk Beberapa Sungai di Wilayah Yogyakarta. *Poltekkes Kemenkes Yogyakarta*, 53(9), 1689–1699. [http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/2598/4/4 BAB II.pdf](http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/2598/4/4%20BAB%20II.pdf)
- Bahrodin, M. B., Zaidi, N. S., Kadier, A., Hussein, N., Syafiuddin, A., & Boopathy, R. (2022). A Novel Natural Active Coagulant Agent Extracted from the Sugarcane Bagasse for Wastewater Treatment. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/app12167972>
- BPS. (2021). *No Title*. <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/3/ZWxKek1URkRaV0kwYIM5T2NHcHRNVkZXTkVkaGR6MDkjMw==/produksi-perkebunan-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-kalimantan-timur--ribu-ton---2016.html?year=2021>
- Darwis, F., & Resti Mulya, E. (2021). *Journal of Science and Engineering*. Oktober, 4(2), 97. <http://ejournal.unkhair.ac.id>
- Haslinah, A. (2020). Ukuran Partikel dan Konsentrasi Koagulan Serbuk Biji Kelor (Moringa oleifera) Terhadap Penurunan Presentase COD Dalam Limbah Cair Industri Tahu. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 15(01), 50–53. <https://doi.org/10.47398/iltek.v15i01.510>
- Henry L. (2002). Teknologi Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3), 242–250.
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O., & Prasetya, B. (2019). Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol Regulation of gene-edited crop produce View project Biorefinery View project. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4), 121–130. <https://www.researchgate.net/publication/265917138>
- Fadlilah, P. R. (2020). *Turbidity Level Measurement based on The Principle of Light*

Scattering using a Turbidimeter.

- Iwuozor, K. O., Adeniyi, A. G., Emenike, E. C., Ojeyemi, T., Egbemhenghe, A. U., Okorie, C. J., Ayoku, B. D., & Saliu, O. D. (2023). Prospects and challenges of utilizing sugarcane bagasse as a bio-coagulant precursor for water treatment. *Biotechnology Reports*, 39(May), e00805. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2023.e00805>
- Lutfi, A. (2019). Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Sensor Turbidity Dengan Va. *Pelayanan Kesehatan Universitas Airlangga*, 2(Dm), 3–13. [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23790/4/Chapter 1.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23790/4/Chapter%201.pdf)
- Mambay, G. C., Biologi, P. S., Bioteknologi, F., Kristen, U., & Wacana, D. (2019). *Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa oleifera) dan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) sebagai Biokoagulan Limbah Cair Industri Tahu.*
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2014). KepMen LH nomor 5 / 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014*, 1815, 81. ditjenpp.kemenkumham.go.id/arsip/bn/2014/bn1815-2014.pdf
- Nadia, G., Galuh, A., & Dewi, I. P. (2019). *Analisis Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Citra Sentinel 2 Dalam Perairan Teluk Tamiang kabupaten Kota Baru The Distribution Analisis Of Total Suspended Solid (TSS) Using Sentinel 2 In Tamiang by waters, Kotabaru Regency.* 3.
- Oktaviana, N., & Rusiardy, I. (2022). Penggunaan Asap Cair Ampas Tebu (Saccharum Officinarum) Sebagai Koagulan Dalam Pembuatan SIR . *Jurnal Pertanian Dan Pangan*, 4(2), 31–37. <http://jurnal.polteq.ac.id/index.php/agrofood/article/view/119%0Ahttps://jurnal.polteq.ac.id/index.php/agrofood/article/download/119/100>
- Panduan pengukuran pH . (2022). *Panduan Pengukuran pH dengan Teknik Kalibrasi Dua Titik.*
- Savira, R. (2023). *Penurunan Turbidity, Total Suspendid Solid (TSS) dan Chemical Oxygen Demand (COD) Menggunakan Biji Nangka (Artocarpus heterophyllus) Sebagai Pengolahan Air Limbah (GREYWATER).* 1–77.
- SNI 6989.27-2019. *Cara uji padatan terlarut total(total dissolved solids, TDS).*
- SNI 6989.3-2019. *Cara uji padatan tersuspensi total (total suspended solids/TSS).*

- Syaichurrozi, I., Jayanudin, J., Sari, L. N., & Apriantika, A. P. (2022). Pengaruh Dosis Alum pada Proses Koagulasi terhadap Penurunan Polutan pada Limbah Palm Oil Mill Effluent: Analisa Eksperimen dan Kinetika. *Eksergi*, 19(3), 91–96. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/eksergi/article/view/7405>
- Taha, S. O. E. A. E. M. M., & Fahim, K. P. I. S. (2023). Wastewater treatment via sugarcane bagasse pulp. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(11), 12405–12416. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-04831-x>
- Wismaningtyas, V. P. (2019). Pemanfaatan Biji Asam jawa Sebagai Koagulam Dalam Penjernihan Air Limbah Cair DI PT. SINAR SOSRO MOJOKERTO. *Tugas Akhir*.
- Wiwin Nurzanah^{1*}, I. D. (2023). *Bahan Limbah Alami Bio -Koagulan Pengolahan Air Limbah Domestik*. 11(2), 100–106.