



## Optimasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pada Industri Minyak Kelapa Sawit

### Optimization Of Wastewater Treatment Installations In The Palm Oil Industry

Irwan Mulyadi, Nuraini, Siti Jamilatun, Aster Rahayu\*

Departemen Program Studi Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

\*Corresponding Author. Email: [aster.rahayu@che.uad.ac.id](mailto:aster.rahayu@che.uad.ac.id)

Received: 3<sup>rd</sup> January 2023; Revised: 23<sup>rd</sup> February 2023; Accepted: 25<sup>th</sup> February 2023

#### ABSTRAK

Limbah cair yang dihasilkan dari pabrik kelapa sawit dapat mencemari lingkungan karena minyak yang dihasilkannya, sebelum dibuang ke lingkungan perlu dilakukan pengolahan limbah tersebut. Pengolahan air limbah menggunakan koagulan akan sangat mempengaruhi kualitas air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah air limbah agar dapat dibuang ke lingkungan tanpa membuat lingkungan tercemar. Selain itu penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan mengetahui jenis koagulan apa yang baik untuk penanganan air limbah, sedangkan koagulan yang digunakan adalah Tawas, PAC, Alum Polimer dan Polimer PAC. Metode yang digunakan untuk mengukur total padatan tersuspensi (TSS) adalah metode gravimetri sehingga diperoleh hasil total padatan tersuspensi tertinggi menggunakan koagulan PAC yaitu 970 mg/L dengan nilai efisiensi rata-rata sebesar 98,58%.

**Kata kunci:** Koagulan, Limbah Cair, Minyak sawit, dan TSS

#### ABSTRACT

The liquid waste generated from the palm oil mill can pollute the environment due to the oils it produces, before being discharged into the environment it is necessary to treat the waste. Treatment of wastewater using coagulants will greatly affect the quality of wastewater. This study aims to process wastewater so that it can be disposed of the environment without contaminating the environment, besides that this study aims to compare and find out what types of coagulants are good for handling wastewater, while the coagulants used are Tawas, PAC, Alum Polymer, and PAC Polymers. The method used to measure total suspended solids (TSS) is the gravimetric method so the highest total suspended solids results are obtained using a PAC coagulant, namely 970 mg/L with the average efficiency value of 98.58%.

**Keywords:** Coagulant, Liquid Waste, Palm Oil, and TSS

Copyright © 2023 by Authors, Published by JITK. This is an open-access article under the CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>).

How to cite: Rahayu, A., Jamilatun, S., & Mulyadi, I. (2023). OPTIMASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PADA INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 7(1). doi:<http://dx.doi.org/10.32493/jitk.v7i1.27652>

Permalink/DOI: [10.32493/jitk.v7i1.27652](https://doi.org/10.32493/jitk.v7i1.27652)



## PENDAHULUAN

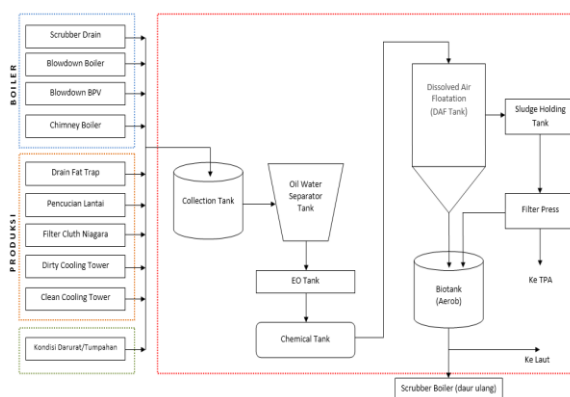
Teknik pengolahan air limbah konvensional termasuk degradasi fotokatalitik (R. Kumar, 2020; A. Sudhaik, 2020), biosorpsi (A. Hariharan, 2020; S. Rangabhashiyam, 2019), pertukaran kation (M. Naushad, 2014), membangun lahan basah (A. Yalcuk, 2014) dan lain-lain (V. Gunarathne, 2020; J.O. Ighalo, 2021). Mayoritas Pabrik Kelapa Sawit (PKS), bahkan Eksportir Minyak Sawit Mentah (CPO) memiliki kelemahan dalam penanganan limbah padat dan cair. Efluen dari unit atau pabrik pengolah limbah cair dari pabrik CPO Indonesia (produk akhir yang dibuang ke lingkungan) secara umum masih belum memenuhi kriteria peraturan yang berlaku. Sehingga perbaikan sistem pengolahan limbah cair perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas air buangan akhir yang tidak mencemari lingkungan.

Dalam pengolahan air limbah, *pre-treatment* digunakan untuk mengontrol dan mengurangi tingkat polutan tertentu dalam air limbah (A. Hashlamon, 2017). Metode *pre-treatment* terdiri dari koagulasi, flokulasi, dan filtrasi (mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi, yang sangat mahal) (A. Hashlamon, 2017). Teknik koagulasi-flokulasi (CF) dianggap sebagai proses fisika-kimia sederhana dalam pengolahan lindi TPA. Di antara berbagai teknologi fisika-kimia, koagulasi-flokulasi banyak digunakan dalam pra-perlakuan sebelum proses biologis atau fisikokimia lainnya (M. Verma, 2016). Proses koagulasi-flokulasi dapat menghilangkan kebutuhan oksigen kimia (COD) dan total padatan terlarut (TDS) dengan efisiensi tinggi tergantung pada jenis kontaminan dan koagulan/flokulan (Igwegbe). Proses koagulasi-flokulasi sebagai tahap pengolahan primer pada air limbah pabrik kelapa sawit sangat mempengaruhi kualitas air limbah karena pembuangan air limbah (*outlet* IPAL) ke laut dapat menimbulkan masalah baru pada ekosistem laut (Adeleye, 2020).

Proses koagulasi banyak digunakan

untuk memisahkan padatan tersuspensi bersama zat lain yang tidak digunakan atau beracun dari limbah (Yee Shak, 2015). Proses ini merupakan salah satu teknologi pemilihan lingkungan utama karena efisiensi dalam menghilangkan koloid dan zat tersuspensi (Huang, 2015).

Di pabrik PT SMP Cilegon masih menggunakan proses koagulasi-flokulasi karena mempengaruhi kualitas limbah cair yang akan dibuang ke laut seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir IPAL PT. SMP

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah Air demineral, Koagulan (Tawas dan PAC), NaOH, HCl (PA), dan limbah CPO (dari tumpahan CPO). Sementara alat yang digunakan antara lain botol kaca, kertas label, *Beaker glass* yang dilengkapi dengan pengaduk (Jar Test), pipet volume 10 ml, inkubator, Botol semprot, corong, termometer (*Philip Haris Limited*), gelas ukur ukuran 10 ml, propipet, pH meter merek Cyberscan 1000, *stopwatch*, botol winkler, neraca analitik merek Ohaus, buret, erlenmeyer, gelas arloji, turbidimeter merek 2100P HACH, dan jirigen plastik.

### Metode

Air limbah sebanyak 150 ml dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan tawas yang berfungsi sebagai koagulan. Variasi massanya adalah 1, 2, 3, 4, serta 5 gr. Proses Jar-Test digunakan untuk



tiap sampel. Pada proses koagulasi larutan dihomogenkan dengan pengadukan pada kecepatan putaran 100 rpm  $\pm$  1 menit. Sementara pengadukan lambat dilakukan pada proses flokulasi dengan kecepatan putaran 40 rpm  $\pm$  20 menit atau sampai terbentuk flok (inti endapan). Selanjutnya proses pemisahan flok dengan cairannya dengan cara diendapkan atau diapungkan  $\pm$  30 menit. Kemudian diukur *Turbidity* (NTU), TSS, dan pH. Metode tersebut diulang dengan cara yang sama menggunakan koagulan PAC.

### Analisa Data

#### Pengukuran Total Suspended Solid (TSS)

Pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) menggunakan metode gravimetri. Langkah pertama adalah menyaring dengan alat vakum kemudian saringan dibasahi sedikit dengan air suling. Selanjutnya campurkan dan kocok model uji menggunakan pengaduk magnetik agar diperoleh model uji yang homogen. Pipet model uji pada volume tertentu saat model uji diaduk. Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 ml air suling, diamkan hingga kering sempurna, selanjutnya saring menggunakan vakum  $\pm$  3 menit agar diperoleh hasil yang tepat. Model uji dengan kadar padatan terlarut tinggi perlu pembersihan tambahan. Kertas saring dipindahkan secara perlahan-lahan (hati-hati) dari alat penyaring serta dipindahkan dalam wadah timbang (aluminium) yang berfungsi sebagai penyangga. Pada saat digunakan cawan Gooch, cawan perlu dipindahkan dari rangkaian peralatannya. Selanjutnya dikeringkan dalam oven setidaknya  $\pm$  1 jam dengan temperatur 103°C-105°C, dinginkan dengan desikator dengan maksud menyeimbangkan suhu kemudian timbang. Selanjutnya ulang prosedur pengeringan, pendinginan pada desikator, serta lakukan penimbangan hingga didapatkan berat yang konstan atau hingga perubahan berat < 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau < 0,5 mg. (Badan Standardisasi Nasional, 2004)

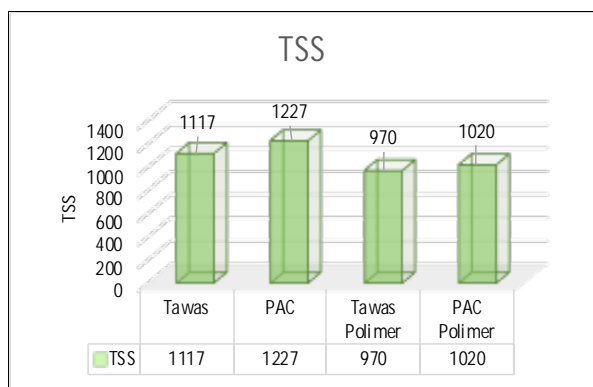
#### Pengukuran kadar pH dan Turbidity

Pengukuran kadar pada pH dan Turbidity menggunakan pH-Turbidity meter. pH-Turbidity meter adalah alat untuk mengukur pH dan Turbidity larutan menggunakan elektroda gelas. Prosedur pertama yang dilakukan dengan menghidupkan alat. Jika unit pengukuran yang tampil dilayar adalah mV, tekan tombol "Mode" untuk memilih unit pH. Pastikan mode yang tampil di layar adalah "MEAS" (measurement/pengukuran). Jika bukan MEAS, tekan tombol "CAL/MEAS" untuk mengaktifkan mode MEAS. Lepaskan botol celup yang terpasang di elektroda untuk menjaga elektroda dari kekeringan. Angkat elektroda dan ATC, cuci dengan aquadest. Celupkan elektroda dan ATC ke dalam larutan sampel. Tunggu hingga angka pH dan Turbidity yang ditampilkan di layar stabil, dan tulisan "READY" muncul. Catat hasil pengukuran. Ulangi langkah 5-8 untuk melakukan pengukuran sampel berikutnya. Sebelum mematikan dan menyimpan alat, angkat elektroda dan ATC, cuci dengan aquadest. Tutup elektroda dengan botol celup yang terisi aquadest untuk mencegah elektroda menjadi kering. (Aomi, 2003)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Total Suspended Solid

Diperoleh hasil total suspended solid dari berbagai jenis koagulan 100 ppm yaitu Tawas, PAC, Tawas Polimer dan PAC Polimer dengan hasil *total suspended solid* tertinggi menggunakan PAC dengan hasil 1227 mg/L. Perbandingan hasil *total suspended* dari masing-masing jenis koagulan dapat dilihat pada Gambar 3. Berikut diagram perbandingan hasil *Total Suspended Solid* (TSS) pada masing-masing jenis koagulan.



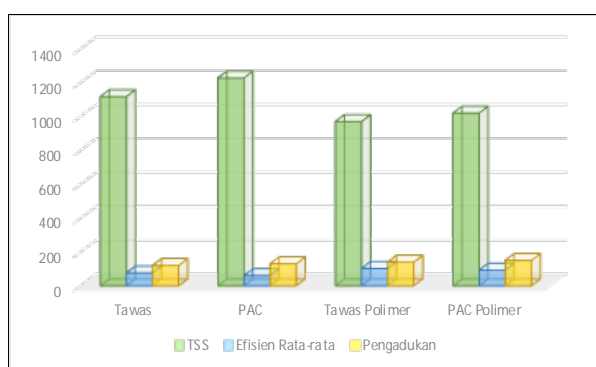
**Gambar 3.** Perbandingan Hasil Total Suspended Solid (TSS)

### Nilai Efisiensi rata-rata

Dari hasil nilai *total suspended solid* masing-masing jenis koagulan, diperoleh nilai efisiensi rata-rata masing-masing jenis koagulan, dapat dilihat pada Gambar 4. Bahwa nilai efisiensi tertinggi diperoleh menggunakan Tawas Polimer dengan nilai *total suspended solid* 970 mg/L adalah 98,58%. Berikut diagram perbandingan nilai efisiensi rata-rata berdasarkan jenis koagulan dan total suspended solid. terlihat pada Gambar 4.

Persamaan untuk menghitung efisiensi:

$$Effisiensi = \frac{(Inlet - Outlet)}{Inlet} \times 100\%$$



**Gambar 4.** Nilai Efisiensi Rata-rata

### KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa limbah yang dihasilkan dari industri kelapa sawit jika dibuang langsung dapat menjadi pencemaran lingkungan. Maka dari itu,

dilakukan proses pengolahan limbah agar tidak mencemari lingkungan. Dalam penelitian ini menggunakan jenis koagulan yaitu Tawas, PAC, Tawas Polimer dan PAC Polimer. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh *total suspended solid* tertinggi menggunakan tawas polimer dengan *total suspended* 970 mg/L dan efisiensi rata-rata 98,58%.

### DAFTAR PUSTAKA

- A. Hashlamon, A. M. (2017). The effect of wastewater pretreatment on nanofiltration membrane performance. *7(1)*, hal. 42-52.
- A. Sudhaik, P. R.-H. (2020). Synergistic photocatalytic mitigation of imidacloprid pesticide and antibacterial activity using carbon nanotube decorated phosphorus doped graphitic carbon nitride photoc. *113*, hal. 142-154.
- A. Yalcuk, G. D. (2014). Treatment of azo dye Acid Yellow 2G by using lab-scale vertical-flow intermittent feeding constructed wetlands. hal. 355-368.
- Adeleye, N., Osabuohien, E., & Asongu, S. (2020). Agro-industrialisation and financial intermediation in Nigeria. *African Journal of Economic and Management Studies*, *11(3)*, 443-456.
- Aomi, T. (2003). pH meter. *Electrochemistry*, *71(7)*, 16. <https://doi.org/10.5796/electrochemistry.71.572>
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. *Sni 06-6989.3-2004*, 10.
- Azhar, B., Saadun, N., Puan, C. L., Kamarudin, N., Aziz, N., Nurhidayu, S., & Fischer, J. (2015). Promoting landscape heterogeneity to improve the biodiversity benefits of certified palm oil production: Evidence from Peninsular Malaysia. *Global Ecology and Conservation*, *3*, 553-561.



- Aomi, T. (2003). pH meter. *Electrochemistry*, 71(7), 16. <https://doi.org/10.5796/electrochemistry.71.572>
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. *Sni 06-6989.3-2004*, 10.
- Nwoko, C. O., & Ogunyemi, S. (2010). Evaluation of Palm Oil Mill Effluent to Maize (*Zea Mays*. L) Crop: Yields, Tissue Nutrient Content and Residual Soil Chemical Properties. *Australian Journal of Crop Science*, 4(1), 16–22. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.982001518588150>
- Chrisendo, D. S. (2021). Oil palm and structural transformation of Agriculture in Indonesia. 52, hal. 849-862.
- E. Triwahyuni, S. H. (2015). Optimization of saccharification and fermentation process in bioethanol production from oil palm fronds. 16, hal. 141-148.
- Etuah, S. O.-Y. (2020). Impact of oil palm-related activities on women's empowerment in Ghana. 19, hal. 100-225.
- Gatto, M. W. (2015). Gatto, M., Wollni, M., Qaim, M., 2015. Oil palm boom and land-use dynamics in Indonesia: the role of policies and socioeconomic factors. hal. 292-303.
- Huang, P. D. (2015). A sustainable process to utilize ferrous sulfate waste from titanium oxide industry by reductive decomposition reaction with pyrite. 620, hal. 18-27.
- Igwegbe, C. (t.thn.). Evaluation of Bio- and Electro- Coagulants' Activities on Fish Pond Wastewater and Municipal Solid Waste Leachate.
- J.O. Ighalo, C. I. (2021). A Review of Methods for the Removal of Penicillins from water. 39, hal. 101-886.
- K. Siregar, A. T. (2015). A comparison of life cycle assessment on oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) and physic nut (*Jatropha curcas* linn) as feedstock for biodiesel production in Indonesia, *Energy Procedia*. 65, hal. 553-561.
- M. Naushad. (2014). Surfactant assisted nano-composite cation exchanger: development, characterization, and applications for the removal of toxic. Pb<sup>2+</sup> from aqueous medium. 235, hal. 100-108.
- M. Verma, R. K. (2016). Can coagulation–flocculation be an effective pre-treatment option for landfill leachate and municipal wastewater co-treatment. 8, hal. 492-494.
- R. Kumar, A. S.-B. (2020). An overview on bismuth molybdate based photocatalytic systems: controlled morphology and enhancement strategies for photocatalytic water purification. 8(5), hal. 104-291.
- Robins, J. (2021). Oil Palm: A Global History.
- S. Rangabhashiyam, S. S. (2019, 16(10)). Assessment of hexavalent chromium biosorption using biodiesel extracted seeds of *Jatropha* sp., *Ricinus* sp., and *Pongamia* sp. hal. 5707-5724.
- V. Gunarathne, A. R. (2020). Hydrometallurgical processes for heavy metals recovery from industrial sludges, *Crit*. hal. 1-41.
- Yee Shak, K. W. (2015). Optimized use of alum together with unmodified *Cassia obtusifolia* seed gum as a coagulant aid in the treatment of palm oil mill effluent under natural pH of wastewater. 76, hal. 1169-1178.