



DEGRADASI LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT MENGUNAKAN SINAR ULTRAVIOLET

Budi Artono, Lukman Hakim*, Eddy Kurniawan, Zainuddin Ginting, Ishak

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: HP: +6285296148295, e-mail: lukman.hakim@unimal.ac.id

Abstrak

Air limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS) mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi, padatan tersuspensi, serta bahan koloid seperti lemak, protein, dan selulosa. Bahan organik ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan bila dibuang langsung ke lingkungan. Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya yang menjadi pembeda adalah oksidatornya yaitu hidrogen peroksida. Pada penelitian ini, sampel limbah cair dari pabrik kelapa sawit dikumpulkan dan diuji dengan proses iradiasi menggunakan sinar UV. Konsentrasi zat-zat organik dalam limbah sebelum dan sesudah iradiasi diukur untuk menentukan efisiensi proses degradasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan sinar UV dengan hidrogen peroksida dalam penurunan COD, BOD, TSS, TDS, dan pH. Variabel yang diamati adalah COD, BOD, TDS, TSS, dan pH yang dikaitkan dengan rentang waktu pemaparan sebesar 1, 3, 5, dan 7 jam dan jumlah penambahan hidrogen peroksida sebanyak 25, 20, 75 dan 100 mL. Dari hasil penelitian ini, penggunaan sinar UV dan kombinasi sinar UV-hidrogen peroksida mampu menurunkan COD, BOD, dan TSS dengan kadar masing – masing 123,2 mg/L, 79,5 mg/L, dan 98 mg/L ; tetapi meningkatkan kadar TDS dan pH masing-masing sebesar 401 mg/L dan 8.05.

Kata Kunci: Air Limbah PKS, BOD, COD, Hidrogen Peroksida, Sinar UV, TDS, dan TSS

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i6.12201>

1. Pendahuluan

Limbah cair merupakan sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang berwujud cair. Limbah cair atau polutan yang dihasilkan oleh suatu industri harus diolah dengan baik agar tidak melewati batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Limbah cair yang dihasilkan oleh suatu industri dapat menimbulkan dampak negatif terhadap keseimbangan lingkungan apabila dibuang ke suatu

badan air penerima (misalnya sungai) tanpa diolah terlebih dahulu. Salah satu limbah industri yang dapat mencemari lingkungan adalah air limbah yang berasal dari pabrik kelapa sawit (PKS). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia memproduksi kelapa sawit sebanyak 45,58 juta ton pada tahun 2022 jumlah tersebut meningkat 1,02% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang mencapai 45,12 juta ton. Melihat trennya, produksi kelapa sawit di Indonesia menunjukkan tren meningkat. Rekor produksi terbanyak dalam satu decade terakhir mencapai 47,12 juta ton pada tahun 2019.

Pembuangan air limbah PKS ke badan sungai dengan kualitas air limbah yang melebihi baku mutu sangat berpotensi di dalam menurunkan kualitas air sungai. Pengolahan air limbah pada umumnya mempergunakan cara kombinasi antara pemakaian *chlorine* serta system kondensasi, sedimentasi dan filtrasi. Sedangkan pengolahan limbah organik banyak menggunakan mikroba, karbon aktif, serta membran filtrasi. Akhir-akhir ini, limbah organik yang dibuang semakin banyak mengandung senyawa organik yang sulit untuk diuraikan jika hanya menggunakan mikroba dan membran filtrasi. Untuk itu perlu dikembangkan suatu teknologi yang efektif dalam pengolahan air limbah.

Saat ini penggunaan teknologi oksidasi atau yang sekarang dikenal dengan *Advanced Oxidation Processes* (AOP) mendapat perhatian yang cukup besar. Karena teknologi ini dapat menguraikan serta membersihkan senyawa-senyawa organik yang selama ini sulit atau tidak dapat diuraikan dengan menggunakan mikroba atau membran filtrasi. Konsep sistem AOP ialah dengan menggunakan sinar Ultraviolet sebagai komponen utama system yang dikombinasikan dengan suatu oksidator maupun katalis. Fungsi dari kombinasi sinar ultraviolet (UV) dengan suatu oksidator seperti ozon, dan Hidrogen Peroksida (H_2O_2), maupun katalis adalah untuk menghasilkan *hydroxyl radical* (OH^\cdot). OH^\cdot merupakan sebuah radikal bebas yang memiliki potensial yang sangat tinggi (2,8 V), sehingga sangat mudah bereaksi dengan senyawa lain disekitarnya (Hutagalung, 2010).

Di samping itu, sinar UV pada panjang gelombang tertentu ($\lambda = 254 \text{ nm}$) sangat efektif dalam membunuh bakteri. Dari hal-hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sinar Ultraviolet (UV) sangat potensial untuk digunakan dalam pengolahan

air limbah (Hutagalung dkk. 2010). **Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya yang menjadi pembeda adalah oksidatornya yaitu hidrogen peroksida.**

Dari penelitian Hermasyah (2012), dengan judul pengaruh sinar ultraviolet (UV) untuk menurunkan kadar COD, TSS, dan TDS dari air limbah pabrik kelapa sawit. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan sinar UV dengan katalis Fe^{2+} dalam penurunan COD, TSS dan TDS. Variabel yang diamati adalah COD, TSS dan TDS yang dikaitkan dengan variasi waktu, pH dan udara. Metode penelitian yang digunakan deskriptif dan kuantitatif untuk menggambarkan proses penurunan COD, TSS dan TDS serta data disajikan bersifat numerik. Hasil penelitian didapat bahwa penurunan COD 38,38%, TSS 53,57% dan TDS 58,52% dengan waktu optimal 8 jam, pH 9 ± 2 dan laju 100 l/detik.

2. Bahan dan Metode

Penelitian Degradasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Sinar Ultraviolet di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Malikussaleh. Bahan yang digunakan adalah air limbah cair pabrik kelapa sawit. Peralatan yang digunakan adalah sinar ultraviolet dan hidrogen peroksida.

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan adalah air limbah dimasukkan kedalam wadah 1 liter, penambahan hidrogen peroksida dengan variasi 25, 50, 75, dan 100 ml, kemudian lakukan penyinaran dengan variasi 1, 3, 5, dan 7 jam

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hubungan Waktu Penyinaran dan Penambahan Hidrogen Peroksida terhadap Kadar TSS

Semakin lama waktu yang digunakan dalam proses penyinaran maka semakin besar pula penurunan kadar TSS yang dihasilkan. Disamping itu penambahan hidrogen peroksida juga pengaruh dalam penurunan kadar TSS. Hal ini disebabkan karena hidrogen peroksida merupakan suatu oksidator yang dapat mengoksidasi senyawa – senyawa organik yang kompleks menjadi senyawa – senyawa organik yang lebih sederhana. Pada tabel 4.3 dapat dilihat penurunan kadar TSS seiring dengan lamanya waktu penyinaran.

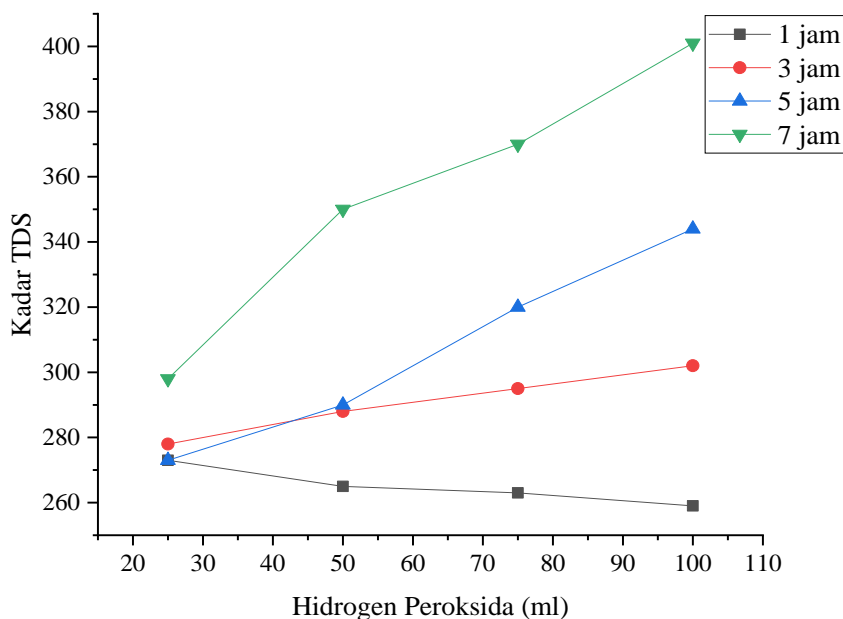
Tabel 4.3 Hasil pengujian kandungan TSS

NO	Waktu (jam)	Hidrogen peroksida (ml)	Hasil Pengujian (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
1	1	25	137	250
2	3	25	126	250
3	5	25	118	250
4	7	25	98	250

Berdasarkan tabel pengujian diatas dapat dilihat bahwa kadar TSS semakin menurun seiring dengan lamanya waktu penyinaran. Hal ini disebabkan radikal OH- yang dihasilkan dari proses penyinaran dan penambahan hidrogen peroksida dapat digunakan untuk mengoksidasi logam-logam berat (terlarut dalam air), mendegradasi senyawa-senyawa organik, meghilangkan warna bau, ataupun rasa (Bismo. dkk, 2008).

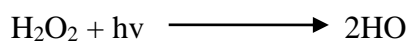
3.2 Hubungan Waktu Penyinaran dan Penambahan Hidrogen Peroksida terhadap Kadar TDS

Hidrogen peroksida merupakan bahan kimia anorganik yang memiliki sifat oksidator kuat dengan rumus kimia H_2O_2 . Hidrogen peroksida (H_2O_2) merupakan senyawa yang aman, efisien dan mudah digunakan untuk mengatasi berbagai macam jenis reaktan yang banyak digunakan pada pencegahan kontaminan dan karena hidrogen peroksida bukanlah oksidan yang sangat baik untuk banyak polutan organik, maka harus dikombinasikan dengan bahan lain, seperti sinar ultraviolet (UV) untuk menghasilkan radikal hidroksil (OH). Pada tahap analisa kadar TDS menggunakan sinar UV dan hidrogen peroksida dengan variasi waktu 1, 3, 5, 7 jam dan variasi volume hidrogen peroksida 25, 50, 75, dan 100 ml. Kadar TDS yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pengaruh waktu terhadap Kadar TDS

Pada gambar 4.1 dapat dilihat lamanya waktu penyinaran dan penambahan hidrogen peroksida (H_2O_2) maka semakin besar pula peningkatan kadar TDS. Hal ini dikarenakan Radikal OH^- yang dihasilkan menguraikan senyawa-senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana, tetapi terjadi penguraian yang tidak sempurna dari senyawa-senyawa organik sementara sehingga berdampak pada peningkatan kadar TDS. Namun pada waktu satu jam kadar TDS sempat mengalami penurunan. Sinar UV yang dikombinasikan dengan H_2O_2 menghasilkan hidroksi radikal, dengan reaksi sebagai berikut:

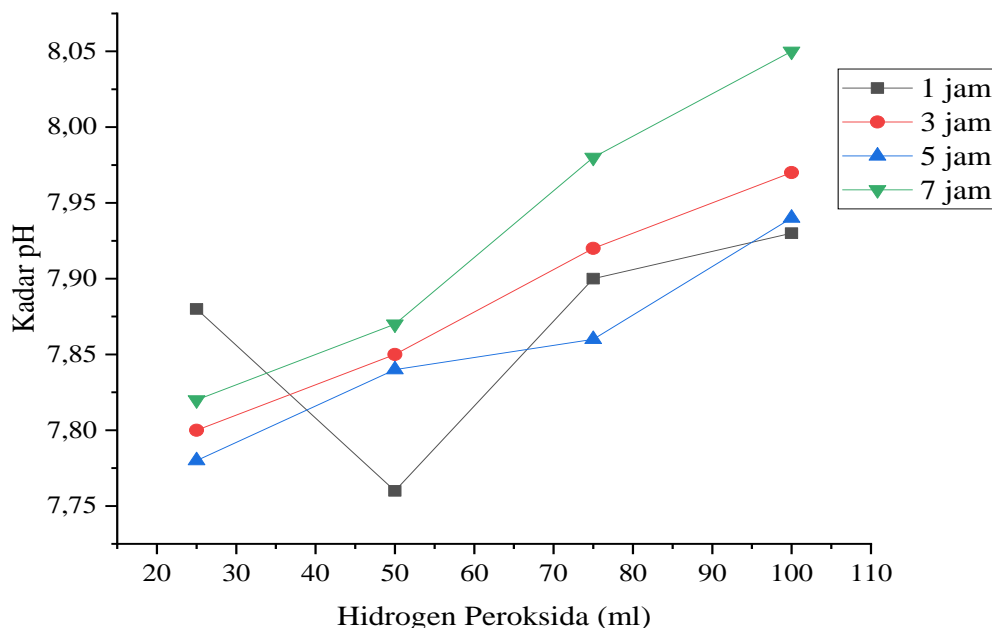


Kadar TDS tertinggi dihasilkan pada waktu 7 jam dengan volume H_2O_2 100 ml yaitu sebesar 401 mg/L. Sedangkan kadar TDS terendah dihasilkan pada waktu 1 jam dan volume H_2O_2 100 ml yaitu sebesar 259 mg/L.

3.3 Hubungan Waktu Penyinaran dan Penambahan Hidrogen Peroksida Terhadap pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH merupakan parameter penting dalam air buangan untuk kehidupan makhluk air, tanaman,

kesehatan dan industri. Nilai pH menyatakan jumlah ion hidrogen (H^+) atau hidroksil dalam air buangan. Konsentrasi ion H^+ adalah ukuran kualitas air yang menunjukkan derajat keasaman. Pada gambar 4.2 dapat dilihat pengaruh waktu penyinaran dan penambahan hidrogen peroksida menyebabkan nilai pH yang bervariasi



Gambar 4. 2 Pengaruh waktu penyinaran terhadap pH

Berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa waktu penyinaran dan penambahan H_2O_2 dapat menyebabkan nilai pH meningkat. Peningkatan pH disebabkan karena pada proses fotokatalis ketika sinar UV pencarkan dan mengenai H_2O_2 maka akan mengalami proses pembentukan OH^- , Pembentukan OH^- dapat mengakibatkan naiknya ph. Semakin banyak OH^- yang terbentuk maka semakin basa kondisi air limbah (Nevi Dewi Andrasari, 2014). Pada dasarnya besarnya pH dipengaruhi oleh aktivitas fotodegradasi, Suatu zat bermuatan positif, negatif atau netral termasuk basa jika memiliki pasangan elektron bebas yang terikat dengan atom OH^- akan bersifat basa. Sehingga semakin besar proses fotodegradasi terjadi maka semakin basa kondisi air limbah. Peningkatan nilai pH dimana semakin tinggi intensitas suatu cahaya yang digunakan maka semakin besar reaksi peningkatan OH^- pada proses fotokatalis. Semakin besar pengaruh degradasi

senyawa organik pada proses fotokatalis akan semakin tinggi nilai pH(basa) yang terjadi pada limbah

3.4 Hubungan Waktu Penyinaran dan Penambahan Hidrogen Peroksida Terhadap COD dan BOD

Semakin lama waktu penyinaran semakin banyak pula jumlah radikal OH yang terbentuk yang berperan mendegradasi air limbah. Metode fotokatalisis dalam proses kimianya menghasilkan radikal OH dalam larutan berair yang akan menyerang senyawa organik untuk mengawali proses mineralisasi. Selain dipengaruhi jumlah katalis juga dipengaruhi oleh lamanya waktu penyinaran (Hutagalung, 2010).

Penambahan H₂O₂ ke dalam air limbah dapat meningkatkan fotodegradasi limbah sehingga didapatkan hasil penurunan kandungan COD dan BOD yang lebih efektif. Hal ini dikarenakan terjadinya peningkatan jumlah radikal OH akibat semakin banyaknya H₂O₂ yang ditambahkan.

Tabel 4.4 Hasil pengujian kandungan COD dan BOD

No	Nama pengujian	Hasil pengujian (mg/L)	Baku mutu (mg/L)
1	Chemical Oxigen Demand (COD)	123,2	350
2	Biological Oxigen Demand (BOD)	79,5	100

Dari tabel pengujian kandungan COD dan BOD pada satu sampel yang memiliki pH 7,76 didapatkan hasil kandungan COD dan BOD sebesar 123,2 mg/L dan 79,5 mg/L. Penggunaan sinar UV dan penambahan H₂O₂ menghasilkan suatu radikal OH⁻ yang dapat menguraikan senyawa – senyawa organik kompleks menjadi senyawa – senyawa yang lebih sederhana sehingga berdampak pada penurunan kadar COD dan BOD. Selain waktu penyinaran dan penambahan H₂O₂, pH juga berpengaruh terhadap penurunan kandungan COD dan BOD. Hal ini dikarenakan pH (Derajat Keasaman) berpengaruh terhadap pembentukan muatan pada permukaan fotokatalis dan reaksi penguraian molekul H₂O₂.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut, Penelitian menggunakan sinar UV dan hidrogen peroksida dapat menurunkan kadar COD, BOD dan TSS dengan kadar masing – masing sebesar 123,2 mg/L, 79,5 mg/L, dan 98 mg/L, Penelitian menggunakan sinar UV dan hidrogen peroksida tidak efektif dalam menurunkan kadar TDS dan pH, dimana Semakin lama waktu yang digunakan untuk penyinaran dan semakin besar volume hidrogen peroksida maka semakin besar pula peningkatan kadar TDS dan pH dengan kadar paling tinggi sebesar 401 mg/L dan 8.05 Kenaikan nilai pH dapat terjadi pada reaksi antara sinar dan hidrogen peroksida yang menghasilkan pembentukan OH⁻, dimana OH⁻ dapat menyebabkan naiknya nilai pH.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut, dilakukan diruangan tertutup, menggunakan oksidator selain hidrogen peroksida

5. Daftar Pustaka

1. Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. USA : Elsevier Academic Press. 922 p. Ansar, Nazaruddin, dan Azis A D. 2019. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap perubahan pH dan warna nira aren (*Arenga Pinnata* MERR) setelah penyadapan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*.
2. Fandri, W. 2006. Identifikasi Bakteri Lipolitik pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit PT. AMP Plantation.
3. Hanum, F. (2009) Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dari unit deoiling ponds menggunakan membran mikrofiltrasi, M.S. Tesis, Universitas Sumatra Utara, Medan.
4. Hutagalung, S.S. 2010. Metode Advanced Oxidation Process (AOP) Untuk Mengolah Limbah Resin Cair. Banten : RISTEK.
5. Isyuniarto, Widdi Usada, Suryadi, A. P., 2007, Proses Ozonisasi Pada Limbah Cair Industri Gula, *Jurnal Kimia Indonesia*.
6. Manendar, R. (2010). Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Dengan metode Fotokatalitik TiO₂ ; Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kualitas BOD, COD, dan pH Efluen. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.

7. Mulyaningsih, D., 2013. Pengaruh Effective Microorganism MS-4(EM-4) terhadap penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Cair Industri Tahu. Solo, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Munter. R. 2001 Advanced Oxidation Processes - Current Status And Prospects.
9. Nadia, A., 2015. Air Terproduksi dan dampaknya terhadap lingkungan, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
10. Nevi Dewi Andrasari, sri wardhani. (2014). Fotokatalis TiO₂-zeolit untuk degradasi metilen biru.
11. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
12. Pratiwi, 2021, Analisis Dampak Sumber Air Sungai Akibat Pencemaran Pabrik Gula Dan Pabrik Pembuatan Sosis, Journal of Research and Education Chemistry.
13. Riyani, K., Setyaningtyas, T., & Dwiasih, D. W. (2012). Pengolahan Limbah Cair Batik menggunakan Fotokatalis TiO₂- Dopan-N dengan Bantuan Sinar Matahari.
14. Sisyanreswari, H., Oktiawan, W., Rezagama, A. 2014, Penurunan TSS, COD, dan Fosfat pada Limbah Laundry Menggunakan Koagulan Tawas dan Media Zeolit. Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.