

UJI EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU DENGAN METODE FOTODEGRADASI MENGGUNAKAN FOTOKATALIS TiO_2

Khairun Nisah ^{1*}, Nur Aida ², Zarifatul Maufunna ².

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

*E-mail: khairun.nisah@ar-raniry.ac.id

Abstrac: *Tofu is the food product most consumed by Indonesian people. The process of making tofu produces liquid waste from the process of boiling, washing and soaking the tofu. Tofu waste contains organic compounds with a low pH (acid) and is a contributor to pollutants in waters if it is not treated first before being discharged into waters. The method used in this research uses a photodegradation method with the help of sunlight and TiO_2 photocatalyst to break down pollutants found in tofu wastewater. The parameters tested were pH, BOD, COD, TSS and phosphate. This research consisted of two variables, namely the mass of the titanium dioxide (TiO_2) catalyst with variations of 0.75 grams, 1.00 grams and 1.50 grams with an exposure time of 6 hours, 7 hours and 8 hours. From the research results, it was found that the TiO_2 catalyst was effective in 8 hours at BOD 88.4%, COD 82%, TSS 88.66% and phosphate 35.0%.*

Keywords: *Tofu Liquid Waste, Photodegradation, Titanium Dioxide (TiO_2),*

Abstrak : Tahu merupakan produk makanan yang paling banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Proses pembuatan tahu menghasilkan limbah cair dari proses perebusan, pencucian dan perendaman tahu. Limbah tahu mengandung senyawa organik dengan pH yang rendah (asam) dan salah satu penyumbang polutan pada perairan apabila tidak dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode fotodegradasi dengan bantuan sinar matahari dan fotokatalis TiO_2 dalam mengurai polutan yang terdapat pada air limbah tahu. Adapun parameter yang diuji berupa pH, BOD, COD, TSS dan fosfat. Penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu massa katalis titanium dioksida (TiO_2) dengan variasi 0,75 gram, 1,00 gram dan 1,50 gram dengan waktu penyinaran selama 6 jam, 7 jam dan 8 jam. Dari hasil penelitian didapat efektivitas katalis TiO_2 dengan waktu 8 jam pada BOD 88,4 %, COD 82%, TSS 88,66% dan fosfat 35,0%.

Kata Kunci : Limbah Cair Tahu, Fotodegradasi, Titanium Dioksida (TiO_2).

PENDAHULUAN

Tahu adalah pangan yang berasal dari Tiongkok yang kaya akan protein dimana bahan dasarnya terbuat dari kacang kedelai. Saat ini tahu sendiri sangat banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dengan harganya yang terjangkau membuat makanan ini banyak diminati (Verawati dkk. 2019). Di Aceh sendiri terdapat beberapa industri yang bergerak pada pengolahan kacang kedelai salah satunya industri yang didirikan sejak tahun 1997 dimana kapasitasnya mencapai 500-600 kg perharinya (Mhd. Hasbi dkk. 2020). Pada industri tahu terdapat dua jenis limbah yaitu buangan padat dan limbah buangan cair. Dimana buangan padat dihasilkan dari tahap filtrasi dan juga pada aglutinasi yang biasanya disebut dengan ampas tahu. Sedangkan pada buangan cair umumnya dari proses pembersihan dan perebusan (Sitasari & Khoironi, 2021).

Limbah cair yang dihasilkan dari produksi tahu biasanya dibuang ke badan air tanpa difilter terlebih dahulu, inilah yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran. Limbah industri tahu Mandiri sendiri langsung dibuang ke sungai Krueng Neng yang berada tepat disamping pabrik tersebut (Shaskia & Yunita, 2021), sehingga perlu dianalisis karakteristiknya. Karakteristik limbah tahu terbagi atas 3 (tiga) macam yaitu pada karakteristik sifat biologi, sifat kimia dan juga sifat fisika. Adapun parameter yang digunakan dalam industri tahu yaitu: pH, BOD, COD, TSS dan fosfat (Sayow dkk. 2020). Limbah cair pada proses pembuatan tahu banyak mengandung zat tersuspensi yang menghasilkan aroma yang menyengat hal ini terjadi karena tercemarnya lingkungan akibat separasi protein (Rosmala, 2018).

Saat ini banyak penelitian yang menggunakan teknologi degradasi yang terdapat pada limbah dengan menggunakan bantuan fotokatalis (Hendra dkk. 2016). Fotokatalis merupakan suatu metode yang efektif dalam mendegradasi limbah organik. Metode ini juga sangat aman digunakan dan ramah terhadap lingkungan (Suahya dkk. 2016). Metode

fotokatalis merupakan penggabungan antara katalis dan fotokimia, proses fotokimia adalah transformasi kimia dengan menggunakan bantuan cahaya dari sinar lampu UV maupun dari sinar matahari. Sedangkan katalis mempunyai sifat semikonduktor dimana jika dipantulkan oleh cahaya menghasilkan elektron (e^-) dan hole (h^+) hal inilah yang menjadi awal dari oksidasi terhadap proses polutan organik (Haryo, 2019).

Akhir-akhir ini katalis yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah adalah titanium dioksida (TiO_2) karena mudah untuk diaplikasikan dan biaya yang dikeluarkan juga sedikit (Wulandari dkk. 2018). Penggunaan titanium dioksida (TiO_2) mempunyai keunggulan jika dikombinasikan melalui proses biologi dan kimia (Said, 2021). Fotokatalis TiO_2 dapat mendegradasi parameter BOD sebesar 5,76 mg/L (Sutanto dkk. 2011), COD sebesar 70% (Hendra dkk. 2016), untuk TSS nilai yang dihasilkan sebesar 1320 mg/L dan parameter dari pH sebesar 7,48 (Pradana dkk. 2018), penjernihan limbah air dari sinar lampu UV sebesar 56,81% sedangkan dengan sinar matahari sebesar 61,64% (Windy Dwiasi dan Setyaningtyas, 2014).

Massa TiO_2 yang digunakan biasanya tergantung pada lamanya saat waktu penyinaran. Semakin banyak digunakan fotokatalis yang dipakai maka radikal hidroksil (OH) juga semakin banyak yang terbentuk sehingga prosesnya semakin efektif (Agung & Darmawan, 2020). Sama halnya dengan dengan penyinaran, semakin lama dilakukan maka energi foton yang diserap oleh molekul air dan fotokatalis juga semakin besar (Astuti, 2018).

METODE

Teknik Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini pada pabrik Tahu Mandiri yang berlokasi di Desa Punge Jurong Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh. Pedoman yang ditetapkan untuk metode pengambilan sampel tertuju pada SNI

6989-59-2008. Adapun prosedur dalam pengambilan sampel yaitu:

Alat-alat yang diperlukan antara lain botol plastic, gayung, kertas label, spidol. Bahan

Yang dibutuhkan yaitu es batu untuk membantu pengawetan sampel

Langkah-langkah :

1. Siapkan botol plastic kemudian bilas sebanyak 3 kali.
2. Ambil gayung yang telah terisi air limbah kemudian masukkan kedalam botol plastic hingga terisi dengan penuh.
3. Botol yang telah diisi air limbah diberikan kertas label dengan mencantumkan waktu dan tanggal pengambilan.
4. Sampel dimasukkan kedalam kotak fiber yang telah diisi es batu.
5. Kemudian dilakukan pengecekan parameter yang telah ditentukan.

Berdasarkan uji pendahuluan yang telah dilakukan di laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry dan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) terbukti limbah yang dihasilkan melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Untuk hasil pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Pendahuluan

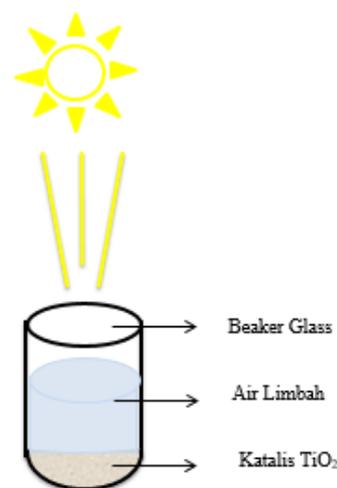
No	Parameter	Kadar Maks.	Hasil Uji Pendahuluan
1	pH	6-9	3,8
2	BOD	150	12,02
3	COD	300	15000
4	TSS	200	208
5	Fosfat	-	4,36

Eksperimen Fotodegradasi

Langkah-langkah yang dilakukan pada eksperimen ini yaitu:

1. Sampel dimasukkan kedalam 10 (sepuluh) beaker glass sebanyak 1000 mL.
2. Ditambahkan TiO_2 kedalam beaker glass dengan variasi massa 0,75 gram, 1,00 gram dan 1,50 gram.

3. Penyinaran sampel dilakukan dari pukul 08.00 WIB selama 6 jam, 7 jam dan 8 jam. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Eksperimen Fotodegradasi

PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sebelum Proses Pengolahan

Pada penelitian dilakukan variasi eksperimen massa katalis dan waktu untuk menurunkan efesiensi dari masing-masing parameter. Katalis yang digunakan berupa TiO_2 . Variasi katalis yang digunakan adalah 0,75 gram, 1,00 gram dan 1,50 gram sedangkan untuk variasi waktunya adalah 6 jam, 7 jam dan 8 jam. Sebelum melakukan proses pengolahan fotodegradasi terlebih dahulu melakukan uji awal pada parameter pH, BOD, COD, TSS dan fosfat tujuannya untuk mengetahui konsentrasi awal pada limbah tahu. Hasil sebelum pengolahan dari limbah air tahu ditunjukkan pada tabel 4.1. Dimana nilai pH 3,6, BOD 450 mg/L, COD 1.500 mg/L, TSS 97 mg/L dan fosfat 42,8 mg/L. Berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau kegiatan Industri, maka limbah air tahu tidak memenuhi standar baku mutu, sehingga perlu diadakan pengolahan.

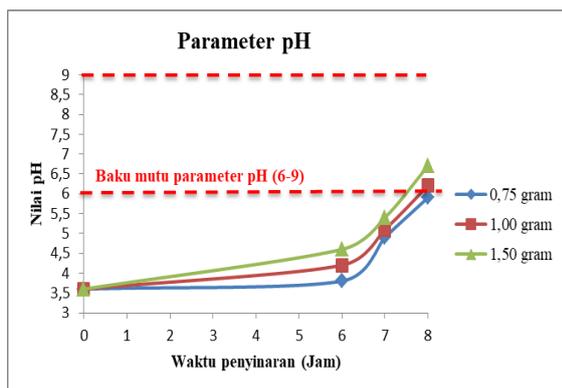
Hasil dari mendegradasi limbah air tahu pada parameter pH, BOD, COD, TSS

dan fosfat pada limbah tahu menggunakan metode fotodegradasi sebelum perlakuan, sesudah perlakuan dan efektivitas dapat dilihat pada Tabel 2. Terjadinya proses fotodegradasi dikarenakan limbah yang

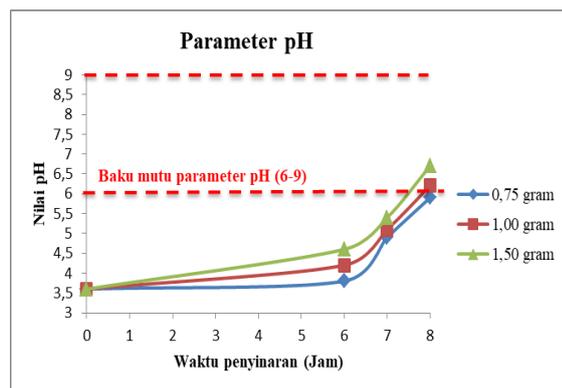
diolah disinari oleh matahari sebagai sumber energi foton.

Tabel 2. Hasil pengukuran awal, setelah fotodegradasi dan tingkat efektivitas parameter pH, BOD, COD, TSS dan Fosfat

Variasi Eksperimen		pH			BOD			COD			TSS			Fosfat		
Waktu (Jam)	Massa Katalis	Hasil Pengukuran Awal	Hasil Pengukuran Setelah Fotodegradasi	Hasil Pengukuran Awal	Hasil Pengukuran Setelah Fotodegradasi (mg/L)	Efektivitas (%)	Hasil Pengukuran Awal	Hasil Pengukuran Setelah Fotodegradasi (mg/L)	Efektivitas (%)	Hasil Pengukuran Awal	Hasil Pengukuran Setelah Fotodegradasi (mg/L)	Efektivitas (%)	Hasil Pengukuran Awal	Hasil Pengukuran Setelah Fotodegradasi (mg/L)	Efektivitas (%)	
6	0,75		3,8		632	40,4		1.347	10,2		89	8,24		27,1	34,8	
	1,00		4,2		354	21,3		638	57,4		75	22,68		29,9	30,1	
	1,50		4,6		310	31,1		427	71,5		73	24,74		35,0	18,2	
7	0,75	3,6	4,9	450	1.138	152,8	1.500	1.420	5,3	97	72	25,77	42,8	33,8	21,0	
	1,00		5,1		700	55,5		947	36,8		62	36,08		44,9	4,9	
	1,5		5,4		568	26,2		857	42,8		47	51,54		50,1	17,0	
8	0,75		5,9		1.246	176,8		1.482	1,2		37	61,85		36,1	15,6	
	1,00		6,2		644	43,1		836	44,2		30	69,07		58,7	37,1	
	1,50		6,7		52	88,4		270	82		11	88,65		57,8	35,0	
Baku Mutu			6-9		150		300				200					



Gambar 2. Grafik perubahan parameter pH



Gambar 3. Grafik perubahan parameter pH

Pengaruh Massa Katalis TiO₂ Terhadap parameter pH

Pada pengujian parameter pH menunjukkan bahwa nilai pH awal yang dihasilkan sebelum pengolahan 3,6 yang merupakan nilai pH asam. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Kedelai pH air limbah cair tahu yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan adalah 6-9, sehingga limbah cair tahu tidak layak untuk dibuang ke lingkungan karena tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan. Rendahnya nilai pH pada limbah tahu menunjukkan bahwa adanya mikroorganisme yang mendegradasi bahan organik (Ali & Widodo, 2019). Perubahan konsentrasi pH yang diperoleh dari hasil fotodegradasi menggunakan katalis TiO₂ untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 setelah melakukan pengolahan dengan metode fotodegradasi nilai pH mengalami peningkatan dari setiap massa katalis yang digunakan karena Pengaruh Massa Katalis TiO₂ Terhadap parameter pH.

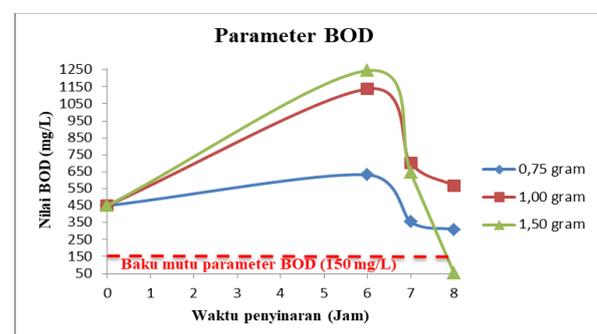
Pada pengujian parameter pH menunjukkan bahwa nilai pH awal yang dihasilkan sebelum pengolahan 3,6 yang merupakan nilai pH asam. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Kedelai pH air limbah cair tahu yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan adalah 6-9, sehingga limbah cair tahu tidak layak untuk dibuang ke lingkungan karena tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan. Rendahnya nilai pH pada limbah tahu menunjukkan bahwa adanya mikroorganisme yang mendegradasi bahan organik (Ali & Widodo, 2019). Perubahan konsentrasi pH yang diperoleh dari hasil fotodegradasi menggunakan katalis TiO₂ untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 setelah melakukan pengolahan dengan metode fotodegradasi nilai pH mengalami peningkatan dari setiap massa katalis yang digunakan karena

adanya aktifitas mikroorganisme pada saat pengolahan dapat dilihat pada penggunaan massa katalis 1,50 gram dan waktu penyinaran selama 8 jam menjadikan nilai pH yang sebelumnya asam menjadi netral yaitu 6,7. Menurut (Ika & Fahrizal, 2021) standar nilai pH yang dapat dibuang ke dalam badan air adalah 6-9, sehingga telah memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh masa katalis yang digunakan, semakin banyak katalis yang digunakan maka merubah nilai pH limbah dari pH asam menjadi netral (Simbolon dkk. 2022).

Pengaruh Massa Katalis TiO₂ Terhadap parameter BOD

Berdasarkan Tabel 2, limbah tahu sebelum adanya perlakuan sebesar 450 mg/L, nilai tersebut melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Kedelai. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terhadap air limbah tahu untuk dapat menurunkan kadar BOD pada air limbah. Tingginya zat organik pada BOD dikarenakan proses pengolahan air limbah tahu, pengolahan air limbah tahu dengan fotodegradasi menggunakan fotokatalis TiO₂ mampu menurunkan kandungan BOD yang terdapat pada air limbah. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.



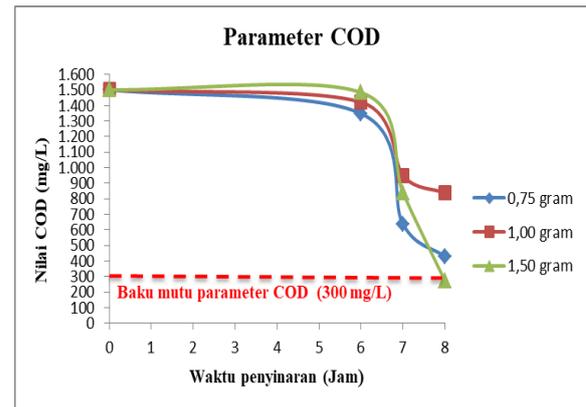
Gambar 4. Grafik Perubahan Parameter BOD

Hasil parameter BOD kandungan yang terdapat sebelum pengolahan adalah

450 mg/L. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan katalis TiO_2 mampu mendegradasi parameter BOD hingga mencapai hasil dibawah Standar Baku Mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Kedelai yang dibolehkan sebesar 150 mg/L. Efektivitas fotodegradasi tertinggi mencapai 176,8% dalam mendegradasi BOD menghasilkan nilai 1.246 mg/L dengan massa katalis 0,75 gram dan waktu penyinaran selama 8 jam. Persentase efektivitas fotodegradasi terendah yaitu 21,3% dalam mendegradasi BOD menghasilkan nilai 354 mg/L dengan massa katalis 1,00 gram dan waktu penyinaran selama 6 jam. Penurunan BOD yang sangat signifikan terdapat pada massa katalis 1,50 gram dan massa kontak 8 jam yang menghasilkan 52 mg/L. Menurut (Thomson, 2022) hal ini terjadi karena adanya perubahan konsentrasi BOD dari hasil variasi waktu dan massa katalis yang digunakan serta perbedaan waktu saat dilakukan pengecekan sampel.

Pengaruh Massa Katalis TiO_2 Terhadap parameter COD

Berdasarkan Tabel 2, limbah tahu sebelum adanya perlakuan sebesar 1.500 mg/L, nilai tersebut melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Kedelai. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terhadap air limbah tahu untuk dapat menurunkan kadar COD pada air limbah. Tingginya zat organik pada COD dikarenakan proses pengolahan air limbah tahu, pengolahan air limbah tahu dengan fotodegradasi menggunakan fotokatalis TiO_2 mampu menurunkan kandungan COD yang terdapat pada air limbah. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.

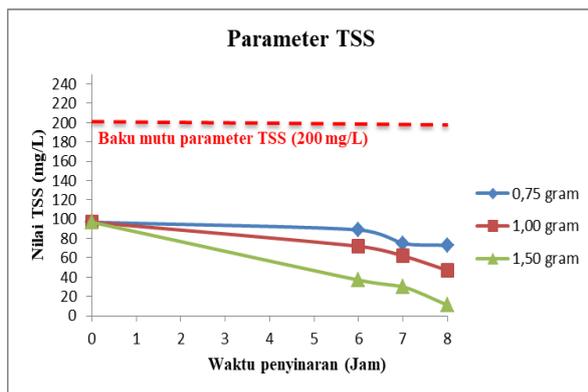


Gambar 5. Grafik Perubahan parameter COD

Perubahan konsentrasi limbah tahu pada parameter COD dengan variasi massa katalis 1,50 gram dan waktu 8 jam mengalami perubahan nilai yang sangat signifikan dari nilai awal 1.500 mg/L menjadi 270 mg/L dengan efektivitasnya 82% sedangkan untuk nilai efektivitas terendah terdapat pada masa katalis 0,75 gram dengan waktu 8 jam dimana nilai efektivitasnya sebesar 1,2% dalam mendegradasi COD menghasilkan nilai 1.482 mg/L. Menurut (Agung & Pebritama, 2021) lamanya waktu penyinaran dan penambahan katalis persentase senyawa COD semakin meningkat, karena lamanya waktu penyinaran dan penambahan katalis maka pembentukan radikal OH pada senyawa COD yang terdegradasi jumlahnya semakin besar.

Pengaruh Massa Katalis TiO_2 Terhadap parameter TSS

Limbah cair tahu pada parameter TSS, menunjukkan bahwa efektivitas fotodegradasi dalam penurunan kadar TSS meningkat seiring dengan penambahan katalis TiO_2 . Penyisihan kadar TSS berdasarkan variasinya dapat dilihat pada Gambar 6.

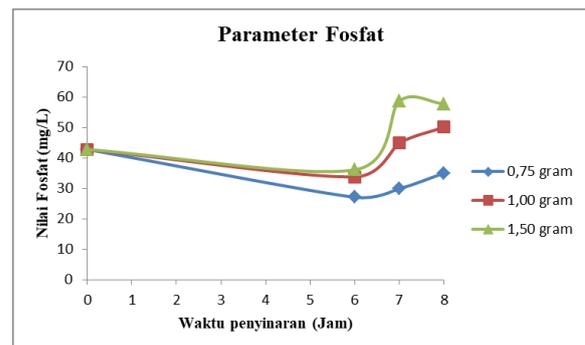


Gambar 6. Grafik Perubahan Parameter TSS

Hasil fotodegradasi parameter TSS sangat berpengaruh terhadap massa yang digunakan, berdasarkan hasil efektivitasnya parameter TSS mampu mencapai 88,65% pada massa penggunaan katalis 1,50 gram dan waktu penyinaran selama 8 jam mampu menurunkan nilai parameter TSS dari 97 mg/L menjadi 11 mg/L. Menurut Srilestari & Munawwaroh, (2021) Tingginya efektivitas yang didapatkan karena padatan yang terdapat pada limbah tahu telah diikat oleh TiO_2 sehingga limbah yang sebelum keruh setelah pengolahan menjadi jernih.

Pengaruh Massa Katalis TiO_2 Terhadap parameter Fosfat

Pada Tabel 1 parameter fosfat sebelum pengolahan adalah 42,8 mg/L. Pada massa katalis 0,75 dengan waktu 6 jam hasil pengolahan mengalami penurunan menjadi 27,1 mg/L akan tetapi pada setiap penambahan massa katalis dan waktu nilai parameter fosfat mengalami kenaikan. Berdasarkan Permen LH No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Badan Usaha dan/atau Industri Produk Sabun, Detergen, dan Minyak Nabati. Nilai pada parameter fosfat mengalami kenaikan yang sangat signifikan dari baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan oleh kejenuhan TiO_2 yang tidak dapat lagi bereaksi dengan limbah air tahu. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perubahan Parameter Fosfat

Hasil kandungan parameter fosfat sebelum pengolahan adalah 42,8 mg/L dimana efektivitas tertinggi terdapat pada massa katalis 1,00 gram dan waktu penyinaran selama 8 jam dengan nilai efektivitasnya sebesar 37,1% dalam mendegradasi parameter fosfat yang menghasilkan nilai yaitu 58,7 mg/L. Persentase efektivitas degradasi terendah yaitu 4,9 % yang mampu mendegradasi fosfat hanya 44,9 mg/L pada perlakuan massa 1,00 gram dan lamanya waktu penyinaran sinar matahari selama 7 jam. Berdasarkan grafik yang terdapat pada Gambar 4.6 menurut (Hendrasarie, 2021) parameter fosfat mengalami peningkatan proses fotodegradasi karena penambahan massa katalis dan juga lamanya waktu penyinaran sedangkan menurut (Gregory dkk., 2023) terjadinya peningkatan pada proses fotodegradasi dikarenakan kenaikan suhu pada *beaker glass* sudah mengalami kejenuhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan mengenai fotodegradasi menggunakan TiO_2 yaitu: Katalis TiO_2 mampu mendegradasikan nilai parameter BOD, COD dan TSS. Setelah melakukan pengolahan pada variasi masa katalis 1,5 gram dan waktu 8 jam nilai awal BOD sebelum perlakuan adalah 450 mg/L setelah pnglahan menjadi 52 mg/L. Nilai COD sebelum pengolahan 1.500 mg/L setelah pengolahan menjadi 270 mg/L. Nilai TSS sebelum pengolahan 97 mg/L setelah pengolahan menjadi 11 mg/L. Nilai pH dan fosfat mengalami kenaikan karena

dipengaruhi oleh masa katalis yang digunakan, sebelum perlakuan nilai pH adalah 3,6 dan nilai yang didapatkan setelah pengolahan ialah 6,7. Nilai fosfat sebelum pengolahan 42,8 mg/L setelah pengolahan menjadi 57,8 mg/L, hal ini disebabkan oleh kejenuhan TiO_2 yang tidak dapat bereaksi lagi.

Pengolahan limbah tahu dengan metode fotodegradasi menggunakan TiO_2 mampu mendegradasikan parameter

parameter BOD, COD, TSS dan fosfat. Tingkat efektivitas paling tinggi terjadi yaitu perubahan nilai BOD dari 1.246 mg/L dengan efektivitas 176,8%, COD dari 270 mg/L dengan efektivitas 82%, TSS dari 11 mg/L dengan efektivitas 88,65% dan fosfat 58,7 mg/L dengan efektivitas 37,1%.

DAFTAR RUJUKAN

- Agung R, T., & Pebritama, E. (2021). Degradasi Limbah Tahu Dengan Koagulasi Flokulasi Alumunium Sulfat Dan Fotokatalis TiO_2 Dalam Tangki Berpengaduk. *EnviroUS*, 2(1), 56–60.
- Agung, T., & Darmawan, M. D. (2020). Penyisihan Linear Alkylbenzene Sulfonate (Las) Dan Total Dissolved Solid (Tds) Menggunakan Proses Fotokatalis Dengan Kombinasi Katalis TiO_2 - ZnO . *Jurnal Envirotek*, 12(1), 35–43.
- Ali, M., & Widodo, A. A. (2019). Biokonversi Bahan Organik Pada Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan Menjadi Energi Listrik Menggunakan Microbial Fuel Cell. *Jurnal Envirotek*, 11(2), 30–37.
- Astuti, F. (2018). Efek Fotodegradasi Pada Pengolahan Surfaktan Anionik Dari Limbah Laundry. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 2(1).
- Gregory, V., Sutanto, H. B., & Prihatmo, G. (2023). Potensi Kombinasi Sistem Biofilter dan Constructed Wetland Menggunakan Kana Air (*Thalia geniculata*) dalam Pengolahan Limbah Industri Tahu. *Sciscitatio*, 4(1), 50–56.
- Haryo, P, R. K. (2019). Degradasi Surfaktan (Linear Alkyl Benzene) Pada Limbah Laundry Dengan Metode Fotokatalis ZnO . *Jurnal Envirotek*, 11(1), 25–30.
- Hendra, H., Barlian, E., Razak, A., & Sanjaya, H. (2016). Photo-Degradation of Surfactant Compounds Using Uv Rays With Addition of TiO_2 Catalysts in Laundry Waste. *Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7(1), 59.
- Ika M & Fahrizal A, M. R. B. S. (2021). Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap. 5(2), 44–51.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 13(April), 15–38.
- Mhd. Hasbi Wardhana Purba, Lukman Hakim, M. Y. W. (2020). Strategi Pengembangan Industri Kecil Tahu Solo Di Desa Punge Blang Cut Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 4(4), 1–10.
- Pradana, T. D., Suharno, & Apriansyah. (2018). Kadar TSS dan BOD Abstrak Info Artikel. *Jurnal Vokasi Kesehatan, JVK 4 (2)*, 56–62.
- Rosmala, fenty. (2018). Efektivitas Berat Arang Tempurung Kelapa Terhadap Penurunan Kandungan Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand Dan Total Suspended Solid Limbah Cair Pabrik Tahu Di Desa

- Balokang. *Sereal Untuk*, 51(1), 51.
- Said, A. (2021). Degradasi Pewarna Tartrazin Dengan Fotokatalis Titanium. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 3, 21–27.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245.
- Shaskia, N., & Yunita, I. (2019). Persepsi Masyarakat terhadap Dampak Limbah Tahu di Sekitar Sungai. *Tameh: Journal of Civil Engineering*, 10(2), 59–68.
- Simbolon, V. A., Kinanti, R. P., & Erda, G. (2022). Efektivitas limbah tahu dengan aktivator kulit pisang kepok menjadi pupuk organik cair terhadap tanaman bayam hijau (*Amaranthus tricolor* L). *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 22(1), 80–87.
- Sitasari, A. N., & Khoironi, A. (2021). Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 565–575.
- Srilestari, E., & Munawwaroh, A. (2021). Effectiveness of Subsurface Flow-Wetlands to Reducing TSS Levels and Stabilizing pH in Tofu Liquid Waste. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(1), 15–21.
- Sucahya, T. N., Permatasari, N., Bayu, A., & Nandiyanto, D. (2016). Fotokatalis untuk Pengolahan Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(1), 1–15.
- Sutanto, H., Diponegoro, U., Hidayanto, E., Diponegoro, U., Subagio, A., Diponegoro, U., Widiyandari, H., & Diponegoro, U. (2011). Pembuatan Sistem Pengolah Air Bersih Menggunakan Material. *Semnas Sains Dan Teknologi*, 2(July), 21–26.
- Thomson, N. R. (2022). Perbandingan Efektivitas TiO₂ dan ZnO Pada Resin Immobilized Photocatalyst Technology (Ript) Dalam Menisihkan Bod Pada Limba Tahu. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 18(1), 159–159.
- Windy Dwiasi, D., & Setyaningtyas, T. (2014). Fotodegradasi Zat Warna Tartrazin Limbah Cair Industri Mie Menggunakan Fotokatalis TiO₂ - Sinar Matahari. *Molekul*, 9(1), 56.