
DEGRADASI LIMBAH TAHU DENGAN KOAGULASI FLOKULASI ALUMINIUM SULFAT DAN FOTOKATALIS TiO_2 DALAM TANGKI BERPENGADUK

Egi Rizki Pebritama dan Tuhu Agung Rachmanto

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Email : tuhu.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Industri tahu merupakan usaha yang didirikan dalam rangka kegiatan industri makanan yang berdampak positif dan negatif terhadap lingkungan. Dampak negatif dari industri tahu berupa limbah yang menimbulkan pencemaran dan merusak lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi dalam bentuk pembuangan limbah padat (residu tahu) dan limbah cair. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu merupakan cairan kental yang dipisahkan dari blok tahu yang disebut "whey". Limbah industri tahu tersebut mempunyai kandungan organik yang tinggi seperti COD dan TSS. Pada penelitian ini dilakukan beberapa metode untuk menurunkan kandungan organik tersebut. Koagulasi dengan aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dapat menurunkan kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 50,3% dan *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 81% dengan dosis koagulan 1000 mg/l. Fotokatalis TiO_2 dapat menurunkan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 50 % dengan waktu pemaparan 150 menit.

Kata kunci : Koagulasi, Aluminium Sulfat, limbah cair industri tahu, Fotokatalis, TiO_2

ABSTRACT

The tofu Industries was established for food industries who has a positive and negative impacts for environment. Negative effect from tofu industries was a waste that caused impact for environment. Environment pollutions appears from a solid waste (tofu residue) and waste water. Most of all waste water who caused from tofu industries is a thick liquid separated from tofu blocks called "whey". Waste from tofu industries had a high organic content such as COD and TSS. In this research, several method were used for reduce the organic content. Coagulation with Aluminium sulfate ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), could reduce a Chemical Oxygen Demand (COD) content until 50,3% and Total Suspended Solid (TSS) until 81% with doze of coagulant 1000 mg/l. Fotocatalyst TiO_2 could reduce Chemical Oxygen Demand (COD) 50% with an exposure time 150 minutes.

Keywords: : Coagulation, Aluminium sulfate, Tofu industries waste water, Fotocatalyst, TiO_2

PENDAHULUAN

Industri tahu ialah usaha yang didirikan dalam rangka aktivitas industri makanan yang berdampak positif dan negatif kepada Lingkungan. Efek negatif dari industri tahu berbentuk limbah, memunculkan masalah pencemaran dan merusak Lingkungan. Pencemaran lingkungan tercipta dalam bentuk pembuangan limbah padat (residu tahu) dan limbah cair. Salah satu cara untuk menandai besarnya beban pencemaran pada air limbah yaitu dengan mengecek BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). BOD (*Biological Oxygen Demand*) yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa organik yang ada di dalam limbah. Kebutuhan oksigen kimiawi (COD) yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dengan cara kimiawi (Muhajir, 2013).

Koagulasi merupakan proses akumulasi koagulan ke air baku yang hendak menimbulkan partikel koloid jadi tidak konstan, yang menimbulkan partikel yang tidak konstan berkumpul bersama. Akumulasi koagulan bisa mengganggu kestabilan koloid, sehingga partikel koloid menggumpal serta membentuk partikel berdimensi lebih besar, yang bisa dihilangkan di alat pengendap. Terdapat 4 mekanisme ketidakstabilan partikel, ialah (i) kompresi lapis ganda, (ii) adsorpsi untuk menetralkan muatan, (iii) retensi koagulan partikel, serta (iv) akumulasi polimer untuk meresap serta membentuk jembatan antar partikel (LD Benefield, 1982). Flokulasi ialah proses pengolahan air dengan tata cara mengadakan kontak diantara partikel-partikel koloid yang telah hadapi destabilisasi sehingga ukuran partikel-partikel tersebut bertambah jadi partikel-partikel yang lebih besar (Coniwanti, 2013).

Fotokatalisis merupakan respon perpaduan antara fotokimia serta katalis. Proses respon fotokimia mengaitkan sesuatu sinar (gambar). Fotokatalisis sendiri merupakan sesuatu proses yang dibantu oleh terdapatnya sinar serta material katalis. Katalis merupakan sesuatu zat yang pengaruhi proses laju respon tanpa turut berganti secara kimia. Katalis bisa memesatkan fotoreaksi lewat interaksinya dengan substrat baik kondisi dasar ataupun tereksitasi ataupun dengan fotoproduk utamanya, bergantung pada mekanisme fotoreaksi tersebut (Otmer serta Kirk, 1994).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metode koagulasi Aluminium sulfat dan dilanjutkan dengan metode Fotokatalis TiO_2 .

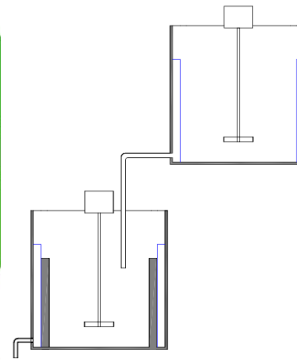
ALAT DAN BAHAN

ALAT:

1. Beaker glass
2. Lampu UV C
3. Alat Pengaduk
4. Aluminium Foil
5. Kasa
6. Reaktor fotokatalis

BAHAN:

1. Air limbah Tahu di daerah Sidoarjo 10 liter.
2. Senyawa TiO_2
3. Aluminium Sulfat
4. Aquades



Gambar -1: Desain Reaktor

TAHAPAN PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan Jartest dengan menggunakan koagulan Aluminium Sulfat untuk mendapatkan dosis optimum. Pada saat jartest menggunakan pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Setelah dilakukan proses pengadukan cepat dan lambat dilanjutkan dengan proses pengendapan. Dari proses jartest didapatkan dosis optimum dan dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu proses fotokatalis. Pada proses fotokatalis menggunakan katalis TiO_2 yang dilapiskan ke kassa aluminium. Running dilakukan menggunakan sistem batch berdasarkan variabel yang telah ditetapkan.

1. Variabel perlakuan
 - A. Dosis Koagulan Aluminium Sulfat (mg/lt) : 1000, 2000, 3000, 4000, 5000.
 - B. Waktu pemaparan (menit) : 30, 60, 90, 120, 150.
2. Variable ketetapan
 - A. Volume Sampel: 10 liter
 - B. Lampu UV C : 11 Watt x 4 buah
 - C. Jenis Pengaduk : Flat Blade Turbin

- D. Kecepatan Pengadukan (rpm) :
 - 750 rpm (2 menit)
 - 350 rpm (15 menit)
 - E. Pengendapan : 30 menit
3. Variable kontrol
- A. pH 5-6

Tabel-2 Pengaruh Penambahan Dosis Aluminium Sulfat Pada penurunan COD dan TSS

Persentase Penurunan COD dan TSS (%)				
Dosis mg/l	COD		TSS	
1000	3944.3	50.3%	36.1	81%
2000	4364.9	45%	41.8	78%
3000	4920.4	38%	53.2	72%
4000	5872.8	26%	70.3	63%
5000	6349.0	20%	91.2	52%

HASIL DAN PEMBAHASAN
KARAKTERISTIK AWAL LIMBAH TAHU

Hasil analisa pada limbah cair industri tahu adalah sebagai berikut:

Tabel -1: Hasil Baristand Analisa Awal Limbah Cair Tahu

Parameter	Satuan	Baku mutu*	Hasil Analisa
TSS	mg/l	100	190
COD	mg/l	300	7936,2

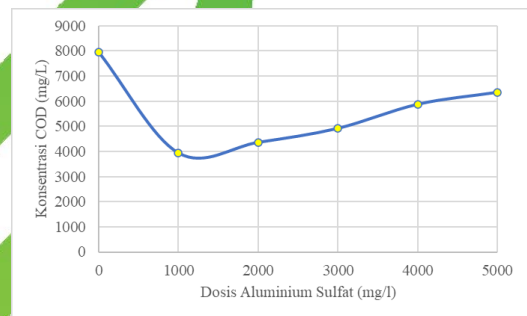
Sumber: hasil analisa Baristand 2020
 *Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013

Hasil analisis pada Tabel-1 ini menunjukkan limbah cair tahu belum memenuhi baku mutu limbah cair industry tahu. Oleh karena itu, memerlukan pemrosesan sebagai upaya untuk mengurangi pencemaran pada badan air.

Koagulasi Menggunakan Aluminium Sulfat

Proses koagulasi dengan variasi dosis menunjukan penurunan kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *total suspended solid* (TSS) dengan hasil yang bervariasi. Penelitian ini dilakukan pada peubah dosis koagulan aluunium sulfat yang divariasikan sebanyak 1000, 2000, 3000, 4000, dan 5000 mg/l. Kemudian dilakukan proses pengadukan cepat selama 2 menit dengan kecepatan pengadukan 750 rpm , setelah pengadukan cepat dilakukan pengadukan lambat selama 15 menit dengan kecepatan pengadukan 350 rpm. dengan koagulasi menggunakan Alumunium Sulfat menunjukan persen penurunan. Penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada dosis koagulan alumunium sulfat 1000 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 50.3% dan untuk TSS juga terjadi penurunan dengan dosis Alumunium Sulfat yang sama dengan persentase penurunan sebesar 81%. Sedangkan penurunan kadar COD terendah pada dosis koagulan Alumunium Sulfat 5000 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 20% dan penurunan kadar TSS terendah juga terjadi di dosis yang sama dengan penurunan sebesar 52%.

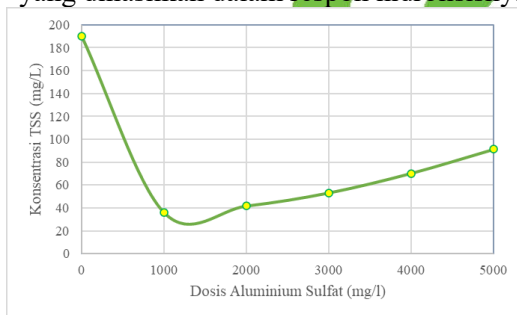
Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa kadar COD dan TSS dengan koagulasi menggunakan Alumunium Sulfat menunjukan persen penurunan. Penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada dosis koagulan alumunium sulfat 1000 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 50.3% dan untuk TSS juga terjadi penurunan dengan dosis Alumunium Sulfat yang sama dengan persentase penurunan sebesar 81%. Sedangkan penurunan kadar COD terendah pada dosis koagulan Alumunium Sulfat 5000 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 20% dan penurunan kadar TSS terendah juga terjadi di dosis yang sama dengan penurunan sebesar 52%. Hal ini ditunjukkan pada Grafik-1 yaitu grafik yang menggambarkan penurunan kadar COD dan TSS dengan koagulan alumunium sulfat sebagai berikut:



Grafik-1 Hubungan Antara % Removal COD dengan Penambahan Dosis Aluminium Sulfat

Dapat dilihat dari gambar Grafik-1 menunjukan pada proses koagulasi Alumunium sulfat terjadi penurunan persentase dikarenakan dosis Alumunium Sulfat yang berlebihan maka flok yang dapat direduksi sudah habis dan koagulan beraksi selaku pengotor yang membuat tingkat kekeruhan Bertambah.

Pada akumulasi dosis koagulan Alumunium sulfat sebanyak 1000 mg/ l sanggup mengurangi kandungan COD hingga 3944. 3 mg/ l. Berikutnya dosis koagulan Alumunium sulfat sebanyak 2000 mg/ l bisa mengurangi kandungan COD hingga 4364. 9 mg/ l. Pada dosis 3000 mg/ l koagulan Alumunium Sulfat mengurangi kandungan COD sampai 4920. 4 mg/ l. Pada dosis 4000 mg/ l koagulan Alumunium Sulfat sanggup mengurangi kandungan COD hingga 5872. 8 mg/ l serta yang terakhir dengan dosis koagulan sebanyak 5000 miligram/ l bisa merendahkan kandungan COD hingga 6394 mg/ l. Tercapainya keadaan optimum koagulan Alumunium Sulfat pada konsentrasi 1000 mg/ L disebabkan jika pada konsentrasi diatas 1000 mg/ L, Al(OH)₃ yang terbentuk sudah maksimum, maksudnya Al(OH)₃ tidak sanggup terbentuk dengan ditambahkannya dosis konsentrasi tawas. Pada dosis koagulan di atas 1000 mg/ l, degradasi COD alami penurnanan disebabkan terus menjadi banyak dosis Alumunium Sulfat yang ditambahkan sehingga terus menjadi banyak pula H⁺ yang dihasilkan dalam respon hidrolisisnya.



Grafik-2 Hubungan Antara % Removal TSS dengan Penambahan Dosis Alumunium Sulfat.

Pada gambar Grafik-2 pula di lihat bahwa kadar 1000 mg/l juga sudah didapatkan hasil yang optimal pengurangan TSS. Pengurangan tersebut disebabkan karena semakin besar kadar yang ditambahkan dan disertai dengan pengadukan yang homogen dan pH yang sesuai, maka partikel – faktor tersuspensi dan senyawa organik dapat diikat oleh zat alum membentuk flok – flok maka dapat membuat endapan lebih cepat. Koagulan Alumunium sulfat bekerja efektif pada pH 6.2 maka mampu meninggalkan COD dan TSS lebih optimal. Pada ikhtiar pengadukan mengabdikan koagulan Alumunium Sulfat (Al₂(SO₄)₃) dapat di lihat bahwa kadar TSS sudah memenuhi baku mutu sebaliknya untuk kadar COD masih belum memenuhi baku mutu maka digunakan

pengolahan lebih yakni menggunakan Fotokatalis dengan TiO₂.

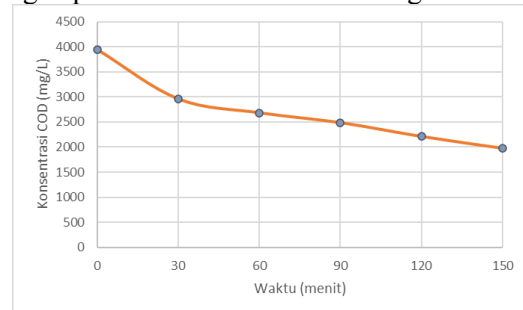
Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyisihan COD dengan Fotokatalis TiO₂.

Data hasil persen penurunan kadar COD pada limbah cair tahu daerah Bohar, Sidoarjo setelah dilakuka proses koagulasi menunjukan nilai COD sebesar 3944.3 mg/l yang belum memenuhi baku mutu sehingga perlu dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu Fotodegradasi TiO₂. Fotodegradasi TiO₂ dengan kadar tetap 2,5 gram dilapiskan ke kasa Alumunium dan didapatkan hasil penurunannya sebagai berikut :

Tabel-3 Persentase Penurunan COD dengan Fotokatalis TiO₂

waktu kontak (menit)	COD	% penurunan COD
0	3944.3	0
30	2958.2	25%
60	2682.12	33%
90	2484.9	38%
120	2208.8	47%
150	1972.1	50%

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa kadar COD dengan fotodegradasi TiO₂ yang menggunakan variasi waktu kontak menunjukkan persen penurunan. Penurunan kadar COD terendah pada waktu kontak 30 menit dengan persentase penurunan sebesar 25% dari kadar COD Koagulasi. Sedangkan untuk penurunan kadar COD tertinggi pada waktu kontak 150 menit dengan persentase penurunan sebesar 50% kadar COD Koagulasi. Hal ini ditunjukkan pada Grafik-3 yaitu gambar grafik yang menggambarkan hubungan antara waktu kontak dengan penurunan kadar COD sebagai berikut :



Grafik-3 Hubungan Antara Penambahan TiO₂ terhadap Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar COD

Dapat dilihat dari gambar Grafik-3 dengan menggunakan TiO_2 sebanyak 2,5 gram dan dengan menggunakan lampu UV sebanyak 4 buah dapat dilihat bahwa persentase penyisihan akan semakin meningkat mulai dari waktu kontak 30 menit sampai 150 menit. Dengan adanya penambahan lampu UV dapat menurunkan konsentrasi pencemar pada limbah lebih cepat. Sesuai dengan penelitian sebelumnya (Sintha, 2009) menyatakan bahwa dengan semakin besar watt pada lampu UV dapat menurunkan konsentrasi pencemar pada limbah. Dapat dilihat dari gambar bahwa dengan bertambahnya waktu kontak maka persentase degradasi senyawa COD semakin meningkat, karena semakin lama waktu kontak maka semakin besar jumlah radikal OH dari senyawa COD yang terdegradasi yang terbentuk. . Dapat dilihat dari grafik bahwa kenaikan persentase degradasi meningkat secara signifikan, hingga 90 menit grafik menunjukkan peningkatan lagi. Hal ini terjadi karena proses degradasi tidak banyak berubah, penyebabnya adalah banyaknya radikal hidroksil yang dihasilkan oleh proses fotokatalitik. Meskipun waktu radiasi memanjang, namun hanya sedikit berpengaruh pada pembentukan radikal hidroksil (Hendra et al., 2010). Pembentukan radikal hidroksil sangat mempengaruhi aktivitas fotokatalitik. TiO_2 terpapar Sinar ultraviolet akan menghasilkan elektron berlebih pada pita valensi (vb) dan pita konduksi (cb). Elektron (e^-) pada pita valensi (vb) akan berpindah ke pita konduksi (cb) dan meninggalkan lubang positif (valensi h band +). Sebagian besar (e^- / h^+) akan bergabung kembali di permukaan dan partikel curah. Pada saat yang sama, bagian lain dari (e^- / h^+) dapat bertahan pada permukaan semikonduktor, dan akhirnya (h^+) dapat memulai reaksi oksidasi, sedangkan di sisi lain (e^-) dapat memulai reaksi reduksi kimia. permukaan semikonduktor. Permukaan semikonduktor.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Efektifitas koagulasi dengan Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) dapat menurunkan kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair tahu pada dosis koagulan 1000 mg/l. Kadar COD yang awalnya sebesar 7936.2 turun ke 3991.9 dengan persentase penurunan 50.3% sedangkan

untuk TSS nilai awalnya adalah 190 turun ke 36.1 dengan persentase penurunan sebesar 81%. Hal ini dikarenakan pada penyisihan COD, bahan organik hanya bisa didegradasi secara kimiawi atau *nonbiodegradable*, sehingga memerlukan intensitas cahaya yang cukup untuk memproduksi senyawa oksidator. Fungsi dari Koagulasi – Flokulasi adalah mengikat prtikel – partikel agar menjadi flok sehingga mampu menurunkan COD dan TSS pada proses selanjutnya.s

2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu kontak paling optimum fotodegradasi menggunakan TiO_2 sebagai fotokatalis pada penyisihan *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah 150 menit

DAFTAR PUSTAKA

- Coniwanti, Pamilia. Indah D., & Diana E. (2013). “Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity, TSS Dan COD”
- Hendra et al, (2010). “Photo-Degradation Of Surfactant Compounds Using Uv Rays With Addition Of TiO_2 Catalysts In Laundry Waste”
- Kirk,R.E & Othmer,D.F., 1965, “Encyclopedia of Chemical Technology”, Vol 10, 1st, Interscience Encyclopedia, Inc., New York
- L.D. Benefield, Process Chemistry For Water and Waswater Treatment, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1982.
- Muhajir, Mika (2013). “Penurunan Limbah Cair Bod Dan Cod Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (*Typha Angustifolia*) Dengan Sistem Constructed Wetland”
- Sintha, Soraya (2009). “Penurunan Kosentrasi Surfactan Pada Limbah Detergen Dengan Proses Photokatalitik Sinar Uv”