

PENGARUH PENGGUNAAN ECO-ENZYME TERHADAP PENURUNAN KADAR COD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR TAPIOKA

Eni Ovitasari

eniovitasari10@gmail.com

Universitas Malahayati

ABSTRAK

Limbah industri tapioka menghasilkan limbah organik yaitu limbah padat dan cair. Secara umum limbah industri tapioka memiliki karakteristik kandungan COD dan TSS yang melebihi baku mutu yaitu 6000 - 7000 mg/L dan 2000-2900 mg/L. Limbah cair tapioka dengan kandungan COD dan TSS tinggi tersebut perlu dilakukan pengolahan dan salah satu jenis pengolahan yang dapat dilakukan adalah menggunakan eco-enzyme. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan eco-enzyme terhadap penurunan kadar COD dan TSS pada limbah cair tapioka. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen menggunakan perbandingan 100 ml (10%) eco-enzyme dan limbah cair tapioka 1000 ml selama 28 hari dengan skala laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan eco-enzyme dosis 10% dapat menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah campuran eco-enzyme. Namun nilai efektivitas penurunan COD hanya efektif sampai hari ke-7, dapat dilihat kadar COD awal sebesar 6830 mg/L, namun setelah pemberian eco-enzyme pada hari ke-7 nilai COD menurun menjadi 3810 mg/L (44,94%). Pada parameter TSS eco-enzyme efektif menurunkan TSS sampai hari ke-28. Hal tersebut dapat dilihat kadar TSS awal sebesar 6830 mg/L, namun setelah pemberian eco-enzyme selama 28 hari nilai TSS menurun menjadi 495,5 mg/L (82,46%).

Kata Kunci: COD, TSS, Eco-Enzyme, Limbah Tapioka.

ABSTRACT

Tapioca industrial waste produces organic waste, namely solid and liquid waste, which generally has the characteristics of COD content of around 6000-7000 mg/L and TSS of around 2000-2900 mg/L. Tapioca liquid waste with high COD and TSS content needs to be processed, one type of processing is degradation using eco-enzyme. The use of eco-enzyme needs to be developed, because it is cheaper and easier to make. The purpose of this study was to determine the effect of eco-enzyme use on reducing COD and TSS levels in tapioca liquid waste. The method used in this study was an experimental method used in this study was an experimental method using a ratio of 100 ml (10%) eco-enzyme and 1000 ml tapioca liquid waste for 28 days on a laboratory scale. The results of the study showed that the addition of 10% eco-enzyme dose can reduce COD and TSS levels in mixed eco-enzyme waste. However, the effectiveness of COD reduction is only effective until the 7th day, as seen from the initial COD sampel of 6830 mg/L, after administering eco-enzyme on the 7th day the COD value decreased to 3810 mg/L, and in the TSS parameter eco-enzyme effectively reduced TSS until the 28th day. This can be seen from the initial TSS sampel of 6830 mg/L, after administering eco-enzyme for 28 days the TSS value decreased to 495.5 mg/L with an effectiveness of COD and TSS reduction of 44.94% and 82.46%.

Keywords: COD, TSS, Eco-Enzyme, Tapioca Waste.

PENDAHULUAN

Industri tapioka merupakan salah satu jenis industri hasil pertanian (argoprodukt) yang cukup banyak tersebar di Indonesia, baik dalam skala rumah tangga, kecil, menengah, maupun skala besar. Mayoritas industri tapioka merupakan industri dengan skala rumah tangga sampai skala kecil (Astuti, 2012). Industri tepung tapioka adalah industri yang menggunakan singkong sebagai bahan baku, adapun penggunaan tepung

tapioka adalah sebagai bahan baku industri makanan, tekstil, lem, medis, dan lain sebagainya (Amilia, 2017).

Salah satu industri tapioka berskala rumahan yang berada di Provinsi Lampung adalah pabrik tapioka PD. Semangat Jaya, Bangun Sari Kecamatan Negri Katon Kabupaten Pesawaran. Pada saat ini, industri ini sering menghadapi masalah lingkungan akibat proses operasionalnya. Industri yang berukuran kecil tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair, terutama pabrik yang beroperasi dekat kawasan padat penduduk dan yang berdiri di sepanjang sungai. Limbah yang dihasilkan dibuang tanpa proses pengolahan terlebih dahulu, sehingga hal ini dapat menyebabkan berbagai masalah dan memberi dampak negatif pada lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan perhatian serta pengelolaan yang tepat (Hariyanto & Larasati, 2016).

Umumnya, industri tapioka membuang limbah cair dari proses produksi ke sungai tanpa melakukan pengolahan terlebih dahulu. Kegiatan ini berdampak adanya kontaminasi yang terjadi di sepanjang arus sungai. Pencemaran oleh limbah cair tapioka tersebut dapat mengakibatkan kematian ikan. Hal ini disebabkan karena air sungai mengandung asam sianida (HCN) yang bersifat beracun. Dampak pencemaran di sungai juga mempengaruhi ekonomi masyarakat, terutama pada sektor pertanian dan perikanan. Masyarakat yang tinggal di daerah hilir sungai, khususnya yang berada di desa pesisir, merasakan dampak yang signifikan dari kondisi ini.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hariyanto dan Larasati pada tahun 2016 budidaya perikanan menjadi sektor yang paling terdampak oleh pencemaran sungai akibat limbah cair dari pabrik tapioka, terutama karena sebagian besar lahan di daerah pesisir dipakai untuk kolam ikan. Terdapat beberapa metode untuk mengolah limbah cair agar memperkecil dampak pencemaran yang dihasilkan oleh limbah tapioka, salah satunya adalah pemanfaatan eco-enzyme, yang berguna untuk memisahkan TSS (Total Suspended Solids) dan menurunkan tingkat COD (Chemical Oxygen Demand) (Dirgahayu, M et al., 2024).

Eco-enzyme adalah ekstrak cair yang dihasilkan dari fermentasi sisa-sisa sayuran dan buah dengan substrat gula. Cairan hasil dari proses fermentasi ini memiliki berbagai kegunaan, termasuk dalam sektor pertanian (sebagai pupuk organik cair dan pestisida nabati), kesehatan (sebagai bahan disinfektan dan produk pembersih), dan penggunaan rumah tangga (sebagai pengganti sabun mandi, pembersih lantai, dan obat kumur). Cairan eco-enzyme juga dipercaya dapat membunuh virus berbahaya yang ada di udara, tetapi tetap aman bagi lingkungan dan tidak membahayakan manusia (Hemalatha & Permal, 2020). Eco-enzyme juga bermanfaat untuk menurunkan kadar COD dan TSS dalam limbah cair.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa eco-enzyme dapat meningkatkan efektivitas pengolahan limbah cair dan mengurangi pencemaran lingkungan. Pemanfaatan Eco-Enzyme menjadi salah satu metode yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam pengelolaan air limbah, membantu mencapai pengolahan limbah yang lebih efisien dan perlindungan terhadap lingkungan air (Dirgahayu, M et al., 2024). Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian tentang penggunaan eco-enzyme pada limbah cair tapioka untuk mengurangi kadar COD dan TSS, sehingga air limbah yang dibuang ke dalam sungai tidak mencemari atau merusak lingkungan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan eksperimen sungguhan (true experiment). Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan eco-enzyme terhadap penurunan kadar COD dan TSS pada limbah cair tapioka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sampel

Limbah cair yang digunakan sebagai objek penelitian berasal dari industri tapioka PD. Semangat Jaya yang beralamat di Bangun Sari, Kecamatan Negri Katon, Kabupaten Pesawaran. Limbah cair tersebut merupakan hasil dari pencucian dan penggilingan singkong. Pengujian karakteristik limbah cair PD. Semangat Jaya dilakukan di Laboratorium BSPJI (Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri). Nilai pengujian awal parameter COD dan TSS pada limbah cair tapioka dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Awal Limbah Cair Industri Tapioka PD Semangat Jaya

No	Parameter	Nilai	Baku Mutu	Satuan
1	COD	6830	300	mg/L
2	TSS	2825	200	mg/L

Sumber: Data Primer, 2024

Berdasarkan hasil analisis pengukuran laboratorium yang telah dilakukan terhadap kualitas limbah cair tapioka, bahwasannya parameter COD dan TSS mendapatkan nilai melebihi baku mutu yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tapioka dengan nilai yang didapat yaitu COD 6830 mg/L dan TSS 2825 mg/L.

Pengaruh Eco-enzyme Terhadap Penurunan Kadar COD Pada Limbah Cair Tapioka

Penurunan kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dalam limbah cair industri tapioka merupakan salah satu indikator penting dalam upaya pengolahan limbah agar memenuhi standar lingkungan yang berlaku. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar COD pada limbah cair tapioka salah satunya dengan memanfaatkan eco-enzyme. Penelitian ini melakukan percampuran eco-enzyme dengan limbah cair tapioka dengan perbandingan 100 ml (10%) eco-enzyme dan 1000 ml limbah cair tapioka dengan melakukan uji sampel sebanyak 2 kali pengulangan. Adapun pengaruh penggunaan Eco-enzyme Terhadap Penurunan Kadar COD Pada Limbah Cair dapat dilihat pada Tabel 2 berikut

Tabel 2 Hasil Uji COD Setelah Penambahan Eco-enzyme

Ha ri Ke -	COD Tanpa Eco- enzym (mg/L)	COD Dengan Eco- enzym Pengulangan 1 (mg/L)	COD Dengan Eco- enzym Pengulangan 2 (mg/L)	Nilai Rata- rata	Efektivitas	Hasil (%)	Ket
1	2	3	4	5	6	7	8
0	6830	5440	-	5440	1390	20,35	Turun
7		3810	3710	3760	3070	44,94	Turun
14		7390	8960	8175	1345	19,69	Naik
21		9460	9620	9540	2710	39,67	Naik
28		9310	6950	8130	1300	19,03	Turun

Sumber: Data Primer, 2024

Berdasarkan Tabel 2 Pada kolom ke-2 kondisi awal pada sampel percampuran antara 1000 ml limbah cair tapioka dan 100 ml (10%) Eco-Enzyme. Dengan pemberian Eco-Enzyme 100 ml (10%) menunjukkan terdapat penurunan kadar COD pada waktu

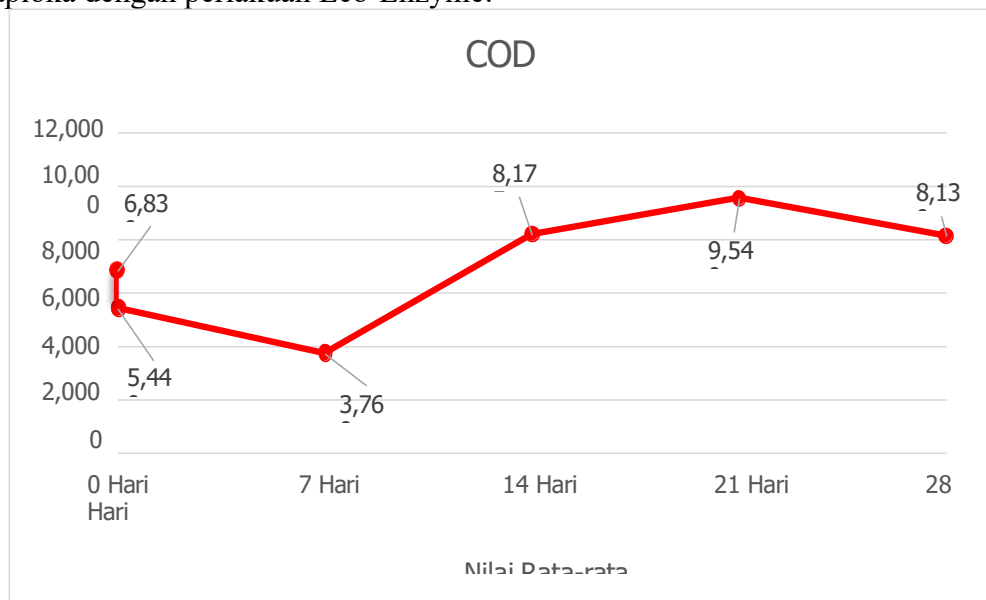
tinggal 0 dan 7 hari. Pada hari ke-0, penggunaan eco-enzyme menunjukkan penurunan kadar COD yang signifikan, yaitu dari 6830 mg/L menjadi 5440 mg/L. Perubahan ini mencapai 20,35%, menunjukkan bahwa eco-enzyme efektif dalam menurunkan kadar COD pada tahap awal. Pada hari ke-7, kadar COD tercatat pada 3760 mg/L, menunjukkan penurunan lebih lanjut dengan perubahan sebesar 44,94%. Hal ini menunjukkan bahwa eco-enzyme semakin efektif dalam mengurangi kadar COD seiring berjalannya waktu. Pada hari ke-14, kadar COD kembali mengalami kenaikan menjadi 8175 mg/L. Meskipun ada kenaikan, perubahan kadar COD tercatat dengan persentase penurunan sebesar 19,69%. Pada hari ke-21, kadar COD meningkat menjadi 9540 mg/L dengan presentase kenaikan kadar COD 39,67%. Pada hari ke-28, kadar COD tercatat pada 8130 mg/L, dan terjadi penurunan sebesar 19,03%. Ini menunjukkan adanya penurunan yang relatif stabil dibandingkan dengan hari ke-14 dan ke-21, meskipun nilainya tidak kembali ke level yang lebih rendah pada awal pengujian.

Berdasarkan data yang tersedia, eco-enzyme menunjukkan kemampuan untuk menurunkan kadar COD pada periode awal, terutama pada hari ke-0 hingga hari ke-7 dengan perubahan yang signifikan. Namun, seiring berjalannya waktu, terdapat fluktuasi pada kadar COD, dengan peningkatan yang tercatat pada hari ke-14 dan ke-21, meskipun masih ada penurunan yang tercatat pada hari ke-28.

Efektivitas Eco-enzyme Pada Penurunan Kadar COD

Efektivitas penurunan COD dalam limbah cair tapioka dapat dilihat dalam bentuk grafik pengaruh kadar COD dengan pemberian Eco-Enzyme 10% yang ditujukan mengalami penurunan dan kenaikan kadar COD pada limbah cair tapioka dengan waktu tinggal hari ke 0,7,14,21, dan 28 hari.

Berikut ini merupakan grafik hasil nilai rata-rata pengujian kadar COD pada limbah cair tapioka dengan perlakuan Eco-Enzyme:



Gambar 1 Perlakuan Dengan Pemberian Eco-Enzyme Pada Penurunan Kadar COD Pada Limbah Cair Tapioka

Berdasarkan grafik pada gambar 4.3 menunjukkan hasil pengujian kadar COD dengan pemberian eco-enzyme efektif mengalami penurunan pada hari ke-0 dan hari ke-7. Pada hari ke-0 mengalami penurunan hingga 5440 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 1390 mg/L/ (20,35%) dan pada hari ke-7 penurunan sebesar 3810 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 3070 mg/L (44,94%). Penurunan kadar COD terjadi karena bakteri asam laktat mempercepat perombakan bahan- bahan organik serta mampu menghancurkan

bahan-bahan organik seperti lignin dan selulosa serta memfermentasikan tanpa menimbulkan pengaruh merugikan yang diakibatkan oleh bahan-bahan organik yang terurai. Namun untuk hari ke-14 dan hari ke-28 kemudian mengalami kenaikan kadar COD. Hal tersebut terjadi karena eco-enzyme mengandung mikroorganisme dan senyawa organik yang dihasilkan selama proses fermentasi. Ketika eco-enzyme dicampurkan dengan limbah cair tapioka, mikroorganisme tersebut mengurai bahan organik yang ada dalam limbah cair tapioka. Proses ini meningkatkan kandungan bahan organik dalam limbah tersebut yang menyebabkan peningkatan nilai COD (Prapasongsa, T., dkk, 2013). Berdasarkan hasil pengujian COD pada penelitian ini menunjukkan bahwa Eco-Enzyme efektif dalam penurunan COD sampai pada hari ke-7 saja dan pada hari berikutnya COD terus mengalami kenaikan.

Pengaruh Eco-enzyme Terhadap Penurunan Kadar TSS Pada Limbah Cair Tapioka

Eco-enzyme merupakan salah satu alternatif solusi ramah lingkungan yang digunakan dalam pengolahan limbah, termasuk untuk menurunkan kadar Total Suspended Solids (TSS) pada limbah cair industri tapioka. Limbah cair dari industri tapioka mengandung sejumlah besar partikel terlarut dan tersuspensi, seperti pati, serat, dan kotoran lainnya, yang menyebabkan tingginya kadar TSS. Jika kadar TSS ini tidak dikendalikan, dapat menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, penggunaan eco-enzyme dalam pengolahan limbah cair tapioka dapat menjadi metode yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengurangi TSS. Pada penelitian ini melakukan percampuran eco-enzyme dengan limbah cair tapioka dengan perbandingan 100 ml (10%) eco-enzyme dan 1000 ml limbah cair tapioka dengan melakukan 2 kali pengulangan. Sehingga mendapatkan hasil sampel seperti pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Hasil Uji TSS Setelah Penambahan Eco-enzyme

Hari Ke-	TSS Tanpa Eco-enzym (mg/L)	TSS Dengan Eco-enzym Pengulangan 1 (mg/L)	TSS Dengan Eco-enzym Pengulangan 2 (mg/L)	Nilai Rata-rata	Efektivitas	Hasil (%)	Ket
1	2	3	4	5	6	7	8
0	2825	823,33	-	823,33	2001,67	70,85	Turun
7		225,67	238	231,83	2593,7	91,79	Turun
14		454	313	383,5	2441,5	86,42	Naik
21		1062	1510	1287	1538	54,44	Naik
28		622	369	495,5	2329,5	82,46	Turun

Sumber: Data Primer, 2024

Berdasarkan Tabel 3 Pada kolom ke-2 kondisi awal pada sampel percampuran dengan perbandingan 10 (1000 ml limbah cair tapioka) :1 (100 ml eco-enzyme). Dengan pemberian Eco-Enzyme 100 ml (10%) menunjukan terus terjadi penurunan kadar TSS dari hari ke-0, 7, 14,21, sampai hari-ke 28.

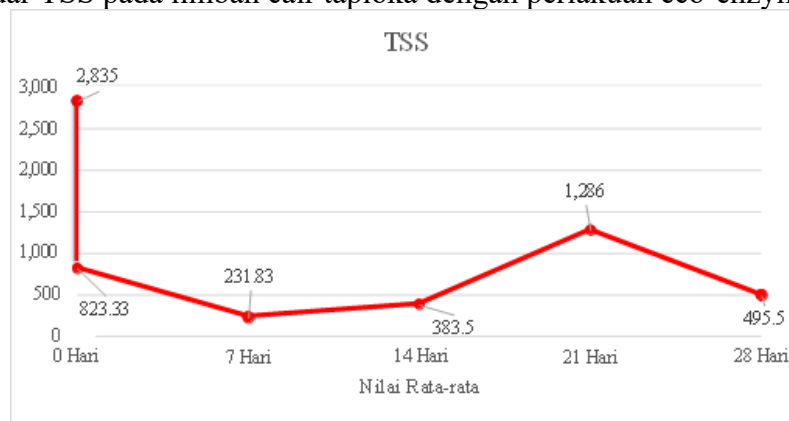
Pada hari ke-0, penggunaan eco-enzyme menunjukkan penurunan signifikan pada kadar TSS, dari 2825 mg/L menjadi 2001,67 mg/L. Efisiensi penurunan ini mencapai 70,85%, yang menandakan bahwa eco-enzyme memiliki efektivitas yang cukup tinggi pada tahap awal. Pada hari ke-7, terjadi penurunan drastis dengan rata-rata kadar TSS mencapai 213,83 mg/L. Efektivitas penurunan yang tercatat adalah 91,79%, yang menunjukkan bahwa eco-enzyme semakin efektif dalam menurunkan kadar TSS selama minggu pertama. Pada hari ke-14, meskipun ada penurunan lebih lanjut dalam kadar TSS,

namun laju penurunan sedikit melambat. Kadar TSS tercatat pada 383,5 mg/L dengan efektivitas penurunan sebesar 86,43%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun eco-enzyme masih bekerja dengan baik, penurunan TSS cenderung stabil pada minggu kedua. Pada hari ke-21, kadar TSS kembali menurun menjadi 1286 mg/L, namun efektivitas penurunan mengalami penurunan signifikan menjadi 54,44%. Ini dapat disebabkan oleh penurunan kemampuan eco-enzyme dalam waktu yang lebih lama atau adanya faktor lain yang mempengaruhi efektivitasnya. Pada hari ke-28, eco-enzyme menunjukkan efektivitas yang relatif baik, dengan rata-rata kadar TSS sebesar 495,5 mg/L dan efektivitas penurunan mencapai 82,46%.

Meskipun tidak seefektif pada hari ke-7, penurunan TSS masih cukup signifikan, menunjukkan bahwa eco-enzyme terus memberikan dampak positif meskipun dalam periode yang lebih lama. Dari data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa eco-enzyme efektif dalam menurunkan kadar TSS, terutama pada periode awal. Efisiensi dan efektivitas penurunan TSS tertinggi tercatat pada hari ke-7.

Efektivitas Eco-enzyme Pada Penurunan Kadar TSS

Efektivitas penurunan TSS dalam limbah cair tapioka dapat dilihat dalam bentuk grafik pengaruh kadar TSS dengan pemberian eco-enzyme 100 ml (10%) yang ditunjukkan mengalami penurunan dan kenaikan kadar TSS pada limbah cair tapioka dengan waktu tinggal hari ke 0,7,14,21, dan 28 hari. Berikut ini merupakan grafik hasil nilai rata-rata pengujian kadar TSS pada limbah cair tapioka dengan perlakuan eco-enzyme:



Gambar 2 Perlakuan Dengan Pemberian Eco-Enzyme Pada Penurunan Kadar TSS Pada Limbah Cair Tapioka.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.5 Menunjukkan hasil pengujian kadar TSS dengan pemberian eco-enzyme efektif mengalami penurunan pada hari ke-0 sampai hari ke-28. Pada hari ke-0 kadar awal dari TSS tanpa eco-enzyme 2825 mg/L dan 0 hari dengan eco-enzyme mengalami penurunan menjadi 2001,67 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 70,85%, pada hari ke-7 mendapatkan nilai rata-rata 213,83 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 2593,7 mg/L (91,79 %). Pada hari ke-14 kadar TSS mendapatkan nilai rata-rata 383,5 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 2441,5 mg/L (86,43%). Pada hari ke- 21 mendapatkan nilai rata- rata 1286 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 1538 mg/L (54,44%). Dan pada hari ke- 28 mendapatkan nilai rata-rata 495,5 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 2329,5 mg/L (82,46 %). Penurunan kadar TSS pada saat pengolahan dapat terjadi karena reaksi pengendapan bakteri dengan limbah dimana terjadi proses koagulasi secara perlahan-lahan dan partikel terkecil dalam limbah akan turun ke bawah dan akan menjadi endapan (Sato., dkk, 2015). Namun terjadi kenaikan pada pengecekan kadar TSS yang bersifat sementara, peningkatan kadar TSS dapat terjadi karena proses penguraian atau pengendapan partikel organik yang terlibat dalam interaksi tersebut.

Namun seiring berjalannya waktu mikroorganisme dalam eco-enzyme bekerja, TSS dapat menurun jika mikroba berhasil mengurai partikel tersebut lebih lanjut. Berdasarkan hasil pengujian TSS pada penelitian ini menunjukkan bahwa Eco-Enzyme efektif untuk menurunkan kadar TSS pada limbah cair tapioka.

Penurunan COD dan TSS

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan penurunan COD biasanya lebih lambat dibandingkan dengan penurunan TSS karena COD mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik yang terlarut dalam air. Senyawa organik mengandung bahan-bahan yang lebih kompleks seperti pati, protein, lemak, gula, dan senyawa organik lainnya yang terlarut dalam limbah cair, pengurangan COD memerlukan waktu yang lebih lama karena oksidasi bahan organik yang terlarut sering kali melibatkan aktivitas mikroorganisme atau reaksi kimia yang lebih lambat dibandingkan dengan pengendapan fisik. Senyawa- senyawa ini memerlukan proses kimia atau biologi untuk diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana, yang memerlukan waktu.

Sedangkan TSS mengukur partikel padat yang tersuspensi dalam air, yang terdiri dari material seperti serat, tanah, kotoran, dan sisa-sisa proses pengolahan (seperti pati yang belum terurai). Partikel-partikel ini lebih mudah dipisahkan secara kimia partikel-partikel ini mudah larut dalam asam maupun basa, sedangkan eco- enzyme bersifat asam yang memiliki pH antara 3 – 4 melalui proses seperti koagulasi- flokulasi, filtrasi, atau sedimentasi (Suprayogi et. al., 2022).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan eco-enzyme memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair tapioka sampai pada hari ke-7. Penggunaan eco-enzyme terhadap penurunan kadar TSS memiliki pengaruh yang signifikan karena mampu menurunkan hingga hari ke-28. Dengan demikian, eco-enzyme dapat menjadi alternatif ramah lingkungan yang efektif untuk mengurangi pencemaran limbah cair tapioka, serta berpotensi digunakan dalam pengelolaan limbah industri secara lebih berkelanjutan.
2. Efektivitas pada uji sampel menunjukan bahwa penambahan eco-enzyme efektif untuk penurunan kadar TSS pada hari ke-0 sampai hari ke-28. Pada hari ke-0 kadar awal dari TSS tanpa eco-enzyme 2825 mg/L dan 0 hari dengan penambahan eco-enzyme mengalami penurunan menjadi 2001,67 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 70,85%, pada hari ke-7 mendapatkan nilai rata-rata 213,83 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 2593,7 mg/L (91,79 %). Pada hari ke-14 kadar TSS mendapatkan nilai rata-rata 383,5 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 2441,5 mg/L (86,43%). Pada hari ke- 21 mendapatkan nilai rata-rata 1286 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 1538 mg/L (54,44%). Dan pada hari ke- 28 mendapatkan nilai rata-rata 495,5 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 2329,5 mg/L (82,46 %). Eco-enzyme hanya efektif dalam penurunan kadar COD sampai hari ke-7 saja dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 penambahan eco-enzyme memang mengalami penurunan yang mendapat nilai COD 5440 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 1390 mg/L (20,35%) dan pada hari ke-7 nilai COD 3810 mg/L dan mendapat nilai efektivitas 3070 mg/L (44,94%)..

DAFTAR PUSAKA

- Astuti, A. D. (2012). Status Mutu Air Sungai Suwatu di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati. *Jurnal Litbang*, 8(2), 110-116.

- Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Pengaruh Variasi Gula Terhadap Produksi Ekoenzim Menggunakan Limbah Buah Dan Sayur. *EDUSAINTEK*, 4.
- Azizah, R. N., Slamet, A., & Yuniarto, A. (2017). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka Di Kabupaten Lampung Timur. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(5).
- Badan Standar Nasional. (2009). Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (biochemical oxygen demand/ BOD)
- Badan Standar Nasional. (2019). Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimia (chemical oxygen demand/COD) dengan Refluks Tertutup secara Titimetri, BSN.
- Badan Standar Nasional. (2019). Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid/TSS) Secara gravimetri, BSN.
- Bier, A. (2010). *Elektrokimia-Teori dan Praktik*. Perusahaan Hach.
- Damayanti, H. O., Husna, M., & Harwanto, D. (2021). Limbah Cair Tapioka, Pencemaran, dan Teknik Pengolahannya. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 17(1), 73-84.
- Devi, IA (2017). Pengaruh Temperatur, Kecepatan Putar Ulir, Dan Waktu Pemanasan Awal Terhadap Perolehan Minyak Biji Kapuk Dari Biji Kapuk Dengan Metode Penekanan Mekanis (Screw Pressing)” Pengaruh Suhu Preheating dan Kecepatan Sekrup Terhadap Hasil Minyak Biji Kapok (Ceiba Petandra) Menggunakan Metode Screw Press (Disertasi Doktor, undip).
- Dirgahayu, M., Hefnita, H., Chaerudin, C., Firdausi, C. A., Iqbal, M., & Fatmawati, Dita Erin Monika, Fina Widiyanti, Nahwari Herlina Pramesti, Yongki Irawan, Diva Asri Agustin, Ulfa Ade Nurjanah, Inayatullah Riun Shaumiyah , Hariyanto, B., & Larasati, D. A. (2016). Dampak pembuangan limbah tapioka terhadap kualitas air tambak di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati.
- F. (2024). Pengaruh Eco-Enzyme Dalam Menurunkan Polutan Air Limbah Cair di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. *Jurnal Promotif Preventif*, 7(6), 1275-1287.
- Hariyanto, B., & Larasati, D. A. (2016). Dampak pembuangan limbah tapioka terhadap kualitas air tambak di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati . Hemalatha & Permal, 2020).
- Hemalatha, M., & Permal, V. (2020). Potential use of eco-enzyme for the treatment of metal-based effluent. *The Third Bioprocessing and Biomanufacturing Symposium 2019*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 716 (012016).
- Hidup, K. L. (2014). Peraturan menteri lingkungan hidup republik indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia..
- Himma, V. (2021). Bagaimana Cara Membuat Eco-Enzyme? [https://tirto.id/Pengertian Eco Enzyme, Manfaat, dan Cara Membuatnya \(tirto.id\)](https://tirto.id/Pengertian-Eco-Enzyme-Manfaat-dan-Cara-Membuatnya-tirto.id) (Diakses pada hari senin,25 maret 2022 pukul : 00.59 WIB). <https://www.agronasa.com/apa-itu-eco-enzyme/> (Diakses pada hari senin,25 maret 2022 pukul : 00.59 WIB).
- Indrawati, R., & Ratnawati, J. (2017). Pengaruh Perendaman Larutan Kapur Sirih Terhadap Kadar Asam Sianida Pada Biji Karet. *JURNAL LABORATORIUM KHATULISTIWA*, 1(1), 58-56.
- Kurnia, N., & Marwatoen, F. (2013). Penentuan Kadar Sianida Daun Singkong Dengan Variasi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia “Hidrogen”*, 1(2338-6480), 2.
- Kurniati, E., & Kusdiyantini, E. (2015). Optimasi Linamarase pada Umbi Singkong (Manihot esculenta Crantz) dan Umbi. *Jurnal Biologi*, 4(4), 14-19.
- Mulyani, H. (2012). Pengaruh Pre-Klorinasi Dan Pengaturan pH Terhadap Proses Aklimatisasi Dan Penurunan COD Pengolahan Limbah Cair Tapioka Sistem Anaerobic Baffled Reactor (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Mulyani, H., Sasongko, S. B., & Soetrisnanto, D. (2012). PENGARUH PENGATURAN PH TERHADAP PROSES START UP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAPIOKA SISTEM ANAEROBIC BAFFLED REACTOR.
- Mustafa, A (2015). Analisis proses pembuatan pati ubi kayu (tapioca) berbasis neraca masa,

- Agrointek Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 9(2), 188-124.
- Nasional, B. S. (1994). Tepung tapioka. SNI-01-3451-1994. Jakarta (ID): BSN.
- Nazeem, F. dan V. Meera. 2017. Perbandingan Pengolahan Air Limbah Abu-abu Menggunakan Enzim Sampah dan Jeruk. *Jurnal Internasional Penelitian Inovasi dalam Sains, Teknik dan Teknologi*. 4(4):49-54.
- Pati, B. P. S. K. (2020). Profil Kesehatan Kabupaten Pati 2020. Pati: Dinkes Pati.
- Pratamadina, E., & Wikaningrum, T. (2022). Potensi Penggunaan Eco Enzyme pada Degradasi Deterjen dalam Air Limbah Domestik.
- Purnomo, H., dkk. (2017). Karakterisasi dan pengolahan limbah cair tapioka dengan menggunakan bioenzim. *Jurnal Internasional Sumber Daya Limbah*.
- Purwati, Y., Thuraidah, A., & Rakhmina, D. (2016). Kadar sianida singkong rebus dan singkong goreng. *Medical Laboratory Technology Journal*, 2(2), 46-50.
- Ramadhana, N. (2024). Efektivitas Bioremediasi Dengan Menggunakan Ekoenzim Terhadap Penyisihan Parameter Pencemar Dalam Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Samriti, S., Sarabhai, S., & Arya, A. (2019). Garbage Enzyme: A Study On Compositional Analysis Of Kitchen Waste Ferments. *The PHarma Innovation Journal* 2, 8(4), 1193–1197.
- Sato, H., Nagare, H., Huynh, TNC, & Komatsu, H. (2015). Pengembangan proses pengolahan air limbah baru untuk pemulihan sumber daya karotenoid. *Ilmu dan teknologi air* , 72 (7), 1191-1197.
- Suprayogi, D., Asra, R., & Mahdalia, R. (2022). Analisis produk eco enzyme dari kulit buah Nanas (*Ananas comosus* L.) dan Jeruk Berastagi (*Citrus X sinensis* L.). *Jurnal Redoks*, 7(1), 19-27.
- Suryani, Muninggar, V., Astuti, Andari, P., Maharani, dan Wahyuni, E. T. 2020. Perbandingan Uji Organoleptik Pada Delapan Variabel Produk Ekoenzim. FMIPA UNIMUS.
- Triana, L., & Kamilla, I. (2018). Analisis Kadar Asam Sianida Pada Ubi Kayu yang Direndam Dalam Larutan NaHCO_3 20 % Dengan Variasi Waktu. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, Vol 2(2):130-136.
- Utami, M. M. I. P., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Manfaat ekoenzim dari limbah organik rumah tangga sebagai pengawet buah tomat cherry. *EDUSAINTEK*, 4.
- Vama, LAPSIA, & Cherekar, MN (2020). Produksi, ekstraksi, dan penggunaan eko-enzim menggunakan limbah buah jeruk: kekayaan dari limbah. *Jurnal Mikrobiologi Asia* , 22 (2), 346-351
- Wahyuni, F., & Sumarsono, H. (2017). Pengaruh Linamarin Terhadap Penampilan Reproduksi Induk Mencit (*Mus Musculus* L.). *Jurnal Ipteks Terapan*, 11(4), 289-299.
- Widaningrum, EYP, & Munarso, SJ (2005). Kajian Terhadap SNI Mutu Pati Sagu. *Jurnal Standardisasi* , 7 (3), hal 91-98. Sri Widyastuti, Joko Sutrisno, Yoso Wiyarno, Wawan Gunawan, Indah Widyastuti, S., Sutrisno, J., Wiyarno, Y., Gunawan, W., & Nurhayati, I. (2023). Eco enzim untuk pengolahan air limbah tahu. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 21(02).
- Wididastuti, V., Ernawati, E., Fatmadewi, V., Anindyajati, S., & Faradina, N. (2017). Analisis Kandungan Sianida pada Penggunaan Ubi Jalar. *Jurnal Kimia dan Lingkungan Indonesia*, 7-14.
- Widyasari, I. A. P. G., & Wisnu, T. G. B. (2023). Kegiatan Pembuatan Eco Enzyme untuk Pengelolaan dan Pengolahan Limbah Cair-A pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di RSUD Tabanan. *Dharma Sevanam: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 83-96.
- Zulfah, L., Sulistyarti, H., & Atikah. (2015). Pengaruh Waktu Pembentukan Dan Kestabilan Hidrindantin Serta Konsentrasi Ninhidrin Pada Pembuatan Tes Kit Sianida. *Jurnal Mahasiswa Kimia*, 704-710.