



Penyisihan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Limbah Batik Jetis Sidoarjo

Azzahra Hanggararas Sasdika¹, Tuhu Agung Rachmanto^{1*}

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi : tuhuagung@gmail.com

Diterima: 12-07-2022

Disetujui: 16-07-2022

Diterbitkan: 30-06-2023

Kata Kunci:

COD, *Pseudomonas sp*, Konsorsium, Batik

ABSTRAK

Industri batik merubah kain kosong menjadi produk kain yang bercorak yang dinamakan batik. Dalam tahapan prosesnya, digunakan bahan-bahan kimia. Hal ini menyebabkan industri batik ini menjadi salah satu industri yang dapat menghasilkan limbah cair berbahaya. Penelitian ini akan digunakan pengolahan biologi yang memanfaatkan bakteri *pseudomonas sp* dan bakteri konsorsium. untuk mendegradasi limbah batik dengan penambahan aerasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan penurunan nilai COD dengan variabel bakteri *pseudomonas*, konsorsium kombinasi *pseudomonas* dan *bacillus*, serta tanpa bakteri pada konsentrasi limbah yang berbeda. Variasi konsentrasi COD yang diteliti dalam penelitian ini adalah 100%, 60% dan 30% konsentrasi substrat. Dari hasil penelitian diketahui bahwa penyisihan zat organik COD terbesar pada konsentrasi substrat 30% dan 60% berada pada bakteri konsorsium kombinasi *pseudomonas sp* dan *bacillus sp*, sedangkan pada konsentrasi substrat 100% terdapat pada sampel tanpa bakteri.

Received: 12-07-2022

Accepted: 16-07-2022

Published: 30-06-2023

Keywords:

COD, *Pseudomonas sp*, Konsorsium, Batik

ABSTRACT

The batik industry converts empty cloth into patterned fabric products called batik. In the stages of the process, chemicals are used. This causes the batik industry to become one of the industries that can produce hazardous liquid waste. This research will use biological treatment that utilizes the bacteria *pseudomonas sp* and the bacteria consortium to degrade batik waste by adding aeration. This study focus to find the difference of the decrease in COD value with *pseudomonas* bacteria, a consortium of *pseudomonas* and *bacillus* combinations, and without bacteria at different concentrations of waste. Variations of COD concentration studied in this study were 100%, 60% and 30% substrate concentration. From this research we can see that the result was found that the largest removal of organic COD at substrate concentrations of 30% and 60% was in the bacterial consortium combination of *Pseudomonas sp* and *Bacillus sp*. while at 100% substrate concentration it was found in samples without bacteria.

1. PENDAHULUAN

Batik adalah seni budaya yang berasal dari Indonesia dan sudah dibenarkan oleh unesco bahwa batik menjadi warisan budaya sejak 2009. Hal itu mengangkat perekonomian di indonesia sehingga semakin banyak lapangan pekerjaan baru khususnya untuk para pengrajin batik. Makin banyak industri batik yang menyebar di indonesia.

Dalam proses pembuatannya, industri batik adalah industri yang menggunakan bahan kimia berbahaya. Pada (Muljadi, 2013) menjelaskan bahwa batik dibuat dengan beberapa proses yaitu dibagi menjadi 3 cara, bisa dengan cetak, cap maupun tulis. Adapun proses untuk membuat batik bisa melalui beberapa tahap, adalah:

1. Nganji, dalam proses ini, kain akan diberi kanji untuk melapisinya, adapun pelapisan ini diberi ketebalan tertentu, hal ini dilakukan untuk mencapai tingkat pelekatan yang baik.
2. Ngemplong, ngemplong ini dilakukan untuk merubah mori menjadi lemas dan menjadi licin.
3. Nglowong, nglowong adalah pembuatan lukisan bermotif batik di atas mori.
4. Pewarnaan, pewarnaan ini adalah proses pencelupan kain batik ke dalam air yang didalamnya sudah terkandung pewarna. kemudian setelah dicelupkan, kain harus ditiriskan terlebih dahulu. setelah itu kain dapat dijemur di bawah sinar matahari sambil dibalik berkali-kali.
5. Pemasakan / Pelorotan, pelorotan ini adalah proses penghilangan malam yang masih tertinggal pada mori,

yaitu dengan memasukkannya ke dalam air yang mendidih atau dapat dikatakan juga dengan nglorot.

6. Pencucian, setelah dilakukan pelorotan kain, selanjutnya adalah pencucian kain agar kain tampak bersih.

Proses dalam pembuatan batik yang memakai bahan kimia berbahaya terletak pada proses pewarnaan dan pencelupan. Limbah dari batik ini mampu membuat nilai COD menjadi tinggi sehingga dapat mengganggu ekosistem perairan. (Jannah & Muhimmatin, 2019). COD sendiri memiliki kepanjangan yaitu Chemical Oxygen Demand (COD), adapun penjelasan dari COD adalah banyaknya oksigen yang terlarut yang dibutuhkan oleh bahan dari oksidator untuk dapat mendegradasi seluruh zat organik. Jika nilai COD besar, maka dapat diketahui jika pencemaran yang ada pada perairan tersebut memiliki angka yang besar juga. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, kadar COD pada industri tekstil yang diperbolehkan adalah 150 mg/L. Sehingga perlu melakukan pengolahan dahulu jika ingin dibuang ke lingkungan.

Pengolahan limbah industri cair biasanya dapat dilakukan menggunakan beberapa metode yaitu metode fisika, kimia, dan biologi (Indrayani & Rahmah, 2018). Adapun proses pengolahan secara fisika antara lain adalah flotasi, sedimentasi dan filtrasi. sedangkan proses pengolahan kimia yaitu koagulasi, dan elektrokimia (Indrayani, 2018). Namun proses fisika dan kimia kurang efisien, maka pada penelitian ini akan digunakan pengolahan biologi yaitu biodegradasi limbah batik menggunakan bakteri *Pseudomonas sp* dan konsorsium. Bakteri konsorsium yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi bakteri *Pseudomonas Sp* dan *Bacillus Sp*. Proses ini dilakukan dengan memasukkan bakteri serta nutrisi ke dalam reaktor biologis dengan penambahan aerasi secara *batch* yang selanjutnya dilakukan proses *seeding* dan aklimatisasi

Pseudomonas sp adalah bakteri gram negatif sehingga di mikroskop akan terlihat berwarna kemerahan. Bakteri *Pseudomonas sp* mempunyai karakteristik berbentuk kokus (coccus) dan batang (rods). *Bacillus sp* adalah jenis bakteri Gram positif dan memiliki bentuk basil (batang), sehingga jika dilihat pada mikroskop akan berwarna keunguan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan penyisihan nilai COD dengan bakteri *pseudomonas sp*, konsorsium, serta tanpa bakteri pada konsentrasi limbah yang berbeda yaitu 100%, 60% dan 30% limbah.

2. ETODE

Pada penelitian ini akan digunakan pengolahan biodegradasi limbah batik yang terletak di Jetis, Sidoarjo. Penelitian ini dilakukan secara batch dengan penambahan aerasi di Laboratorium Kimia Lingkungan serta Laboratorium Riset Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur. Parameter yang dianalisa adalah COD, dan pH.

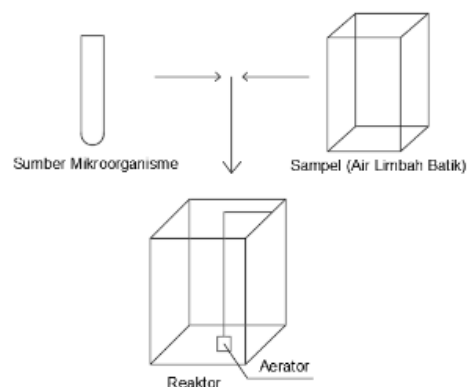
2.1 Alat Penelitian

- Reaktor dengan volume 3L
- Aerator
- pH meter

2.2 Bahan Penelitian

- Limbah industri batik
- Bakteri pseudomonas
- Bakteri bacillus
- Gula

2.3 Desain Reaktor



Gambar 1. Desain reaktor

2.4 Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas
 - Konsentrasi COD : 100%, 60%, 30%
 - Jenis bakteri : Pseudomonas, pseudomonas + bacillus dan tanpa bakteri
 - Waktu detensi : 0,6,12,18,24,30,36, 42, dan 48 jam
2. Variabel Tetap
 - pH : 7
 - Volume : 3 L
 - Limbah : industri batik

2.5 Seeding dan Aklimatisasi

Proses *seeding* adalah proses yang dilakukan untuk mengembangbiakkan dan memperbanyak jumlah bakteri yang dibutuhkan dalam penelitian. Adapun bakteri yang digunakan adalah bakteri Pseudomonas dan bacillus. Proses *seeding* ini dilakukan dengan mencampurkan bakteri kultur pada air mineral yang sudah diaerasi selama 2 hari dan sudah ditambahkan nutrisi. Selama proses *seeding* dilakukan pemberian nutrisi C : N : P menggunakan perbandingan 100 : 5 : 1 setiap 2 hari sekali. Pertumbuhan dari biomassa bakteri dapat dikatakan telah memenuhi syarat untuk mengolah limbah organik dengan jumlah minimal bakteri yang diperlukan adalah 1.600 hingga 3.200 mg/L (Reynolds, 1982).

Setelah proses *seeding* selesai, selanjutnya adalah melakukan proses aklimatisasi. Proses aklimatisasi merupakan proses yang dilakukan untuk mengadaptasi bakteri dengan air limbah yang akan diolah. Adapun sebelum melakukan aklimatisasi perlu dilakukan pembuatan limbah sesuai dengan variabel yang ditentukan, yaitu variabel konsentrasi substrat limbah 100%, 60% dan 30 % dengan pH awal 7. Setelah selesai dilakukan pembuatan limbah sesuai variabel, bisa dilanjutkan dengan proses aklimatisasi.

Proses aklimatisasi adalah proses yang dilakukan untuk mengadaptasi bakteri dengan air limbah yang akan diolah. Proses aklimatisasi ini dilakukan dengan menambahkan limbah pada reaktor secara bertahap dimulai dengan konsentrasi yang kecil hingga air dalam reaktor tergantikan dengan konsentrasi limbah yang paling besar yaitu 100%. Pada penelitian ini dilakukan penambahan limbah bertahap

dengan konsentrasi sebesar 50%, 70%, 90% dan 100%. Adapun perbandingan penambahan limbah selama aklimatisasi pada reaktor adalah 1:3 dimana limbah akan ditambahkan sebanyak 2/3 dari reaktor, dalam kasus ini adalah 2 liter air limbah, sedangkan 1 liter limbah akan tetap berada di reaktor. Cara perlakuan aklimatisasi awal yaitu 50% dapat dilakukan dengan membuat 1 liter air limbah, dan 1 liter air mineral, selanjutnya nilai konsentrasi limbah ditingkatkan sebesar 70%, pada konsentrasi 70% dapat dilakukan dengan membuat 2 liter limbah yaitu 1,4 L limbah dan 0,6 L air mineral, selanjutnya meningkat menjadi 90% yaitu dengan limbah sebanyak 1,8 L dan 0,2 L air mineral, dan yang terakhir adalah limbah 100% yaitu 2 L. Adapun peningkatan konsentrasi limbah ini dapat dilakukan jika penurunan COD sudah melebihi 50% dan proses running dapat dilanjutkan ketika penurunan zat organik konstan

3. ASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Hal pertama yang dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah mengetahui kadar pencemar awal dari limbah batik yang digunakan. Berikut adalah hasil karakteristik limbah batik

Tabel 1. Hasil karakteristik limbah

No	Parameter	Satuan	Kadar Uji
1.	pH	-	10,01
2.	COD	mg/L	2937,6

Berdasarkan hasil analisa pendahuluan limbah, didapatkan kadar pH sebesar 10,01, dan kadar COD sebesar 2937,6 mg/L.

3.2 Hasil Penelitian Utama

Setelah dilakukan penelitian pendahuluan, maka selanjutnya dilakukan penelitian utama. Penelitian utama pada penelitian ini mengamati parameter COD. Limbah cair yang dipakai dalam penelitian ini adalah limbah batik jetis di Sidoarjo. Penelitian ini dilakukan dengan sistem *batch*. Limbah akan diamati setiap pergantian aklimatisasi limbah pada tiap jenis bakteri *pseudomonas sp*, konsorsium *pseudomonas sp* dan *bacillus sp* serta tanpa bakteri pada konsentrasi substrat yang berbeda

3.2.1 Aklimatisasi I

Aklimatisasi 1 adalah adaptasi bakteri dengan limbah yang berkonsentrasi 50%. Adapun pembuatan konsentrasi 50% ini dilakukan dengan membuat 1 liter limbah dan 1 liter air mineral. Berikut adalah hasil aklimatisasi 1 pada setiap bakteri dengan konsentrasi substrat yang berbeda:

Tabel 2. Hasil penelitian COD pada aklimatisasi 1

AKLIMATISASI 1 (Konsentrasi 90%)			
Konsentrasi	Bakteri	COD Awal (mg/L)	COD Akhir (mg/L)
	<i>Pseudomas Sp</i>		449

30%	Konsorium	1061	326
	Tanpa Bakteri		449
	<i>Pseudomas Sp</i>		694
60%	Konsorium	1265	571
	Tanpa Bakteri		612
	<i>Pseudomas Sp</i>		1306
100%	Konsorium	2285	1142
	Tanpa Bakteri		1061

Dari data diatas dapat dilihat bahwa penurunan konsentrasi 30% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 58% yaitu 1061 menjadi 449 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan sebesar 69% dan 58% yaitu konsorsium menjadi 326 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 449 mg/L. Kemudian pada penurunan konsentrasi 60% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 45% yaitu 1265 menjadi 649 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan sebesar 55% dan 52% yaitu konsorsium menjadi 571 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 612 mg/L. Serta pada penurunan konsentrasi 100% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 43% yaitu 2285 menjadi 1306 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan sebesar 50% dan 54% yaitu konsorsium menjadi 1142 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 1061 mg/L.

3.2.2 Aklimatisasi II

Aklimatisasi 2 adalah adaptasi bakteri dengan limbah yang berkonsentrasi 70%. Adapun pembuatan konsentrasi 70% ini dilakukan dengan membuat 1,4 liter limbah dan 0,6 liter air mineral. Berikut adalah hasil aklimatisasi 2 pada setiap bakteri dengan konsentrasi substrat yang berbeda:

Tabel 3. Hasil penelitian COD pada aklimatisasi 2

AKLIMATISASI 2 (Konsentrasi 70%)			
Konsentrasi	Bakteri	COD Awal (mg/L)	COD Akhir (mg/L)
30%	<i>Pseudomas Sp</i>	1102	449
	Konsorium		261
	Tanpa Bakteri		384
60%	<i>Pseudomas Sp</i>	1346	628
	Konsorium		506
	Tanpa Bakteri		547
100%	<i>Pseudomas Sp</i>	2448	1240
	Konsorium		1077
	Tanpa Bakteri		996

Dari data diatas dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi 30% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 59% yaitu 1102 menjadi 449 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan sebesar 76% dan 65% yaitu konsorsium menjadi 261 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 384 mg/L. Kemudian pada penurunan konsentrasi 60% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 53% yaitu 1346 menjadi 628 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan sebesar 62% dan 59% yaitu konsorsium menjadi 506 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 547 mg/L. Serta pada penurunan konsentrasi 100% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 49% yaitu 2448 menjadi 1240 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan

sebesar 56% dan 59% yaitu konsorsium menjadi 1077 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 996 mg/L.

3.2.3 Aklimatisasi III

Aklimatisasi 3 adalah adaptasi bakteri dengan limbah yang berkonsentrasi 90%. Adapun pembuatan konsentrasi 90% ini dilakukan dengan membuat 1,8 liter limbah dan 0,2 liter air mineral. Berikut adalah hasil aklimatisasi pada setiap bakteri dengan konsentrasi substrat yang berbeda:

Tabel 4. Hasil penelitian COD pada aklimatisasi 3

AKLIMATISASI 3 (Konsentrasi 90%)			
Konsentrasi	Bakteri	COD Awal (mg/L)	COD Akhir (mg/L)
30%	<i>Pseudomas Sp</i>		408
	Konsorium	1142	220
	Tanpa Bakteri		343
60%	<i>Pseudomas Sp</i>		588
	Konsorium	1428	465
	Tanpa Bakteri		506
100%	<i>Pseudomas Sp</i>		1200
	Konsorium	2611	1036
	Tanpa Bakteri		955

Dilihat dari data yang sudah direkap dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi 30% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 64% yaitu 1142 menjadi 408 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan sebesar 81% dan 70% yaitu konsorsium menjadi 220 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 343 mg/L. Kemudian pada penurunan konsentrasi 60% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 59% yaitu 1428 menjadi 588 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan sebesar 67% dan 65% yaitu konsorsium menjadi 465 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 506 mg/L. Serta pada penurunan konsentrasi 100% untuk bakteri *pseudomonas sp* adalah 54% yaitu 2611 menjadi 1200 mg/L, dan untuk bakteri konsorsium serta tanpa bakteri memiliki penurunan sebesar 60% dan 63% yaitu konsorsium menjadi 1036 mg/L dan tanpa bakteri menjadi 955 mg/L.

Dari keseluruhan proses aklimatisasi, dapat dilihat bahwa limbah terus mengalami penurunan COD. Hal ini disebabkan oleh bakteri pengurai yang menguraikan zat organik sehingga zat tersebut terurai menjadi bahan yang lebih sederhana yaitu CO, CO₂, serta H₂O yang akhirnya CO₂ akan terlepas menuju udara serta H₂O akan masuk ke air. (Dianti et al., 2019). Adapun perbedaan penurunan COD ini dapat disebabkan oleh rasio bakteri yang sama namun memiliki konsentrasi substrat yang berbeda. (Studi et al., 2012)

Perbandingan penurunan nilai COD pada *single* bakteri dan konsorsium dapat diketahui bahwa bakteri konsorsium memiliki penurunan yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh efek akumulatif dari bakteri yang terdapat dalam konsorsium. Penguraian dari pewarna menggunakan kultur campur konsorsium kebanyakan lebih baik daripada kultur yang tunggal karena kemampuan tiap bakteri yang berbeda pada keberagaman bakteri serta macam pewarna yang beragam pula (H Kara, 2014).

Adapun dapat dilihat pula bahwa penurunan pada sampel tanpa bakteri juga mengalami penurunan nilai COD. Hal ini

dapat disebabkan karena adanya bakteri *indegeneous* yaitu bakteri yang hidup alami pada alam aslinya, dalam kasus ini adalah bakteri asli dari limbah batik. Bakteri *indegenous* mempunyai kemampuan tumbuh dan adaptasi yang lebih baik karena tidak perlu menyesuaikan diri lagi dengan lingkungan limbah yang baru. Pada (Martiningsih & Rahmi, 2019) memiliki hasil identifikasi dengan metode pewarnaan, dapat diketahui bakteri dalam limbah cair batik memiliki isolat unggul bergenus *Bacillus*. Adapun pada (Utari et al., 2015) hasil uji karakter dapat diketahui bahwa bakteri dalam limbah yang memiliki kandungan rhodamin B terdapat *Stenotrophomonas sp*, *Shigella sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Pasteurella sp* serta *Proteus sp* yang pada semua bakteri tersebut berkarakter gram negatif.

4. SIMPULAN

Penyisihan zat organik COD terbesar pada konsentrasi substrat 30% dan 60% berada pada bakteri konsorsium kombinasi *pseudomonas sp* dan *bacillus sp*, sedangkan pada konsentrasi 100% terdapat pada sampel tanpa bakteri.

Hasil penurunan zat organik COD yang telah dilakukan ini masih belum mencapai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah dimana baku mutu COD pada industri tekstil adalah 150 mg/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mempersembahkan ucapan terimakasih yang terbesar kepada Allah SWT, kepada Ayah, Ibu, Kakak, dan Adik serta keluarga yang terus memberi dukungan penulis, serta kepada dosen pembimbing Pak Tuhu Agung Rachmanto yang telah membimbing sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

- Dianti, L. A., Rony, T., Ruhmawati, T., Farmasi, L. C., & Tinggal, W. (2019). Perbedaan waktu tinggal biofilter secara aerob dalam penurunan kadar COD limbah cair farmasi. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(2), 142–146.
- H Kara, O. A. M. A. (2014). 濟無No Title No Title No Title. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 7(2), 107–115.
- Indrayani, L. (2018). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Sebagai Salah Satu Percontohan Ipal Batik Di Yogyakarta. *EcotropHic : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal Of Environmental Science)*, 12(2), 173. <https://doi.org/10.24843/Ejes.2018.V12.I02.P07>
- Indrayani, L., & Rahmah, N. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemar Sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(1), 41. <https://doi.org/10.22146/Jrekpros.35754>
- Jannah, I. N., & Muhimmatin, I. (2019). Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Mikroorganisme Di Kecamatan Cluring Kabupaten Banyuwangi. *Warta Pengabdian*, 13(3), 106–115.

- <https://doi.org/10.19184/Wrtp.V13i3.12262>
Martiningsih, S. T., & Rahmi, S. U. (2019). Efektifitas Bakteri *Indigenous* Limbah Cair Batik Untuk Dekolorisasi Sisa Pencelupan Tekstil Dengan Zat Warna Remazol Blue. *Jurnal Teknologi*.
[https://jurnal.wastukencana.ac.id/index.php/teknologika/article/download/15/11](https://jurnal.wastukencana.ac.id/index.php/teknologika/article/view/15%0Ahttps://jurnal.wastukencana.ac.id/index.php/teknologika/article/download/15/11)
- Muljadi, M. (2013). Pengolahan Limbah Batik Cetak Dengan Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrolisis Untuk Menentukan Efisiensi Penurunan Parameter COD, Bod, Dan Logam Berat (Cr) Setelah Perlakuan Fisika-Kimia. *Ekulibrium*, 12(1), 27–36. <https://doi.org/10.20961/Ekulibrium.V12i1.2176>
- Studi, P., Lingkungan, T., & Sipil, F. T. (2012). Kinetika Biodegradasi Zat Organik Pada Air Limbah Sampah (Lindi) O L E H : Kinetika Biodegradasi Zat Organik Pada Air Limbah Sampah (Lindi) Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh O L E H : Utari, S. A. S. S. L., Darmayasa, I. B. G., & Suyasa, I. W. B. (2015). Biosistem Tanaman *Isolation , Identification and Test Potential Bacteria That Play a Role on Waste Water Treatment Containing Rhodamin B* Dalam Biostem Tanaman. *Jurnal Simbiosis*, 3(1), 301–312.

Buku

- Reynolds, T.D. 1982. *Unit Operation In Enviromental Engineering*. Massacusetts: Texas A & M University; B/C Engineering Division Boston. Balakrishnan, R. (2006, March 25-26). *Why aren't we using 3d user interfaces, and will we ever?* [Paper presentation]. IEEE Symposium on 3D User Interfaces, Alexandria, VA. <https://doi.org/10.1109/VR.2006.148>.