

KEMAMPUAN BAKTERI KOTORAN SAPI DALAM MENURUNKAN LIMBAH CAIR TAHU PADA AEROBIK BIOREAKTOR

**Dodi Satriawan¹⁾, M. Subhan Amrullah²⁾, Lubena³⁾, Flora Elvistia Firdaus⁴⁾,
Donna Imelda⁵⁾**

^{1,3,4,5}Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya

²Senior CSR Officer, PT Pertamina Lubricants

E-mail: dodi.ugm12@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the ability of bacterial inoculation from cow dung in reducing organic compounds in liquid tofu waste. Bacterial inoculation was carried out by varying the mass of cow dung by 25 gr, 50 gr, and 75 gr in an aerobic bioreactor. The process of inoculation of cow dung bacteria in liquid tofu waste lasted for 3 weeks. The results of the analysis showed that the higher the mass of cow dung inoculation and the longer the residence time of liquid tofu waste in the aerobic bioreactor, the higher the decrease in TSS, TDS, and COD levels and will cause a decrease in the acidity level of liquid tofu waste. Bacterial inoculation from cow dung was able to optimally reduce TDS levels of 4221 ppm, TSS 117.33 ppm, COD 111.05 ppm and pH 5.3 in liquid tofu waste.

Keywords: *bacterial inoculation, cow dung, organic compounds, tofu liquid waste, waste treatment*

PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan tradisional khas dari Indonesia. Prosesnya yang dibuat dari biji kedelai dengan bantuan air akan menghasilkan produk samping berupa limbah cair tahu. Limbah cair tahu mengandung senyawa organik yang tinggi bila dibuang ke lingkungan dapat mencemari lingkungan. Kandungan senyawa organik pada masing-masing tempat pembuatan tahu berbeda-beda. Misalkan saja pada limbah cair tahu yang dilakukan oleh Sitasari dan Khoironi, (2021) memiliki nilai kadar COD sebesar 1288 ppm dan pH 3,67. Penelitian lain yang dilakukan oleh Pradana, Suharno dan Apriansyah, (2018) menyebutkan bahwa limbah cair tahu memiliki nilai BOD 179,34 – 182,21 ppm, COD 6870 – 10.500 ppm, dan TSS 306,22 - 427,55 ppm. Tingginya nilai kandungan senyawa organik ini dapat mencemari lingkungan bila langsung dibuang ke badan air. Oleh karena itu, pemerintah didalam peraturannya PERMENLH No.15 Tahun 2008, (2008) tentang baku mutu limbah cair dari proses usaha pengolahan kedelai menjadi tahu menetapkan batas maksimal kadar BOD 150 ppm, COD 300 ppm, TSS 200 ppm dan pH berkisar 6 – 9. Pengolahan limbah cair tahu telah banyak

dilakukan dengan berbagai metoda, salah satunya adalah dengan bakteri aerob. Suhairin et al., (2020) mengolah limbah cair tahu dengan menambahkan inokulasi bakteri yang terkandung didalam EM4.

Yadaturrahmah dan Hendrasarie, (2021) melakukan penambahan impeller pada pengolahan limbah cair tahu secara aerobik didalam *sequencing batch reactor* (SBR). Penambahan impeller ini pada proses aerobik SBR mampu menurunkan kadar BOD hingga 93,33%, PO₄ 90,97% dan N Total 93,73%. Penelitian yang dilakukan oleh Rahadi, Wirosodarmo dan Harera, (2018) mengkombinasikan sistem anaerob dan aerob didalam pengolahan limbah cair tahu tanpa dijelaskan sumber bakteri didapatkan dari apa. Hasil dari penelitian ini mampu menurunkan kadar BOD sebesar 74,83%, COD 80,83%, dan TSS 62,21%. Deffy, Nilandita dan Munfarida, (2020) juga melakukan pengolahan limbah cair tahu dengan penambahan bakteri yang terkandung didalam EM4 dan dilakukan secara anaerob dan aerob. Hasil penelitian didapatkan inokulasi bakteri dari EM4 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 48,98%; COD 62,10%; dan TSS 43,59%. Sumber bakteri yang dapat digunakan didalam proses degradasi senyawa organik didalam limbah cair tahu didapatkan dari berbagai sumber jenis bakteri. Salah satu sumber bakteri yang banyak terdapat dilingkungan yaitu kotoran sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri yang terkandung didalam kotoran sapi didalam proses degradasi limbah cair tahu. Kemampuan inokulasi bakteri yang terkandung didalam limbah cair tahu kemudian dianalisis berdasarkan kadar keasaman (pH), *Total Dissolved Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

METODE PENELITIAN

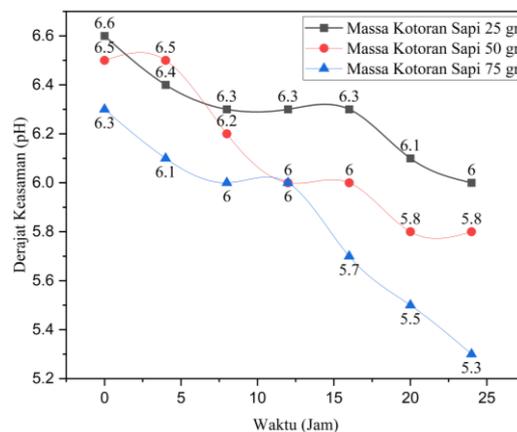
Bahan baku yang digunakan berupa kotoran sapi, limbah cair tahu, aquades, urea, NPK, dan fosfat, kertas saring, NaOH, H₂SO₄, K₂Cr₂O₇, H₂SO₄, AgSO₄, dan HgSO₄. Alat yang digunakan berupa bioreaktor berukuran 15cm x 40cm x 15 cm (9 L), aerator, selang aerator, pH meter, TDS meter, oven, dan spektrofotometer UV-VIS. Penelitian ini dilakukan dengan inokulasi bakteri yang terdapat didalam kotoran sapi kedalam limbah cair tahu. Proses inokulasi dimulai dengan mencampurkan kotoran sapi dengan variasi 25 gr, 50 gr, dan 75 gr kedalam 1 L air limbah cair tahu dengan ditambahkan 0,5

gr urea, 0,5 gr NPK dan 0,5 gr fosfat. pada bioreaktor yang dialirkan udara menggunakan aerator. Setiap hari sebanyak 500 mL limbah didalam bioreaktor diambil dan diganti dengan 500 mL limbah cair tahu yang baru serta ditambahkan 0,5 gr urea, 0,5 gr NPK dan 0,5 gr fosfat. Proses ini berlangsung selama 1 minggu. Setelah satu minggu volume limbah dinaikkan 2x dari volume awal sehingga menjadi 2L. Setiap hari sebanyak 1 L limbah didalam bioreaktor diambil dan diganti dengan 1L limbah cair tahu yang baru serta ditambahkan 0,5 gr urea, 0,5 gr NPK dan 0,5 gr fosfat. Proses ini pun berlangsung selama 1 minggu. Setelah satu minggu volume limbah dinaikkan 2x dari volume awal sehingga menjadi 4L. Proses berikutnya dilakukan sama dengan mengambil 2 L limbah dari bioreaktor dan diganti dengan 2 L limbah cair tahu yang baru serta ditambahkan 0,5 gr urea, 0,5 gr NPK dan 0,5 gr fosfat. Proses inipun berlangsung selama 1 minggu dan setelah satu minggu volume limbah dinaikkan 2x dari volume awal hingga menjadi 8 L. Setelah volume air limbah 8 L dan dilakukan hal yang sama dengan mengambil 4 L limbah serta diganti dengan 4 L limbah cair tahu baru serta ditambahkan 0,5 gr urea, 0,5 gr NPK dan 0,5 gr fosfat. Setelah satu minggu, air limbah di analisis setiap 4 jam sekali 24 jam. Analisis yang dilakukan berupa analisis kadar keasaman (pH), *Total Dissolved Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Analisis pH mengacu pada SNI 06-6989.11-2004. Analisis TDS mengacu pada SNI 6989.27-2019. Analisis TSS mengacu pada SNI 06-6989.3-2004. Analisis COD mengacu pada SNI 6989.27-2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair tahu yang telah didegradasi dengan inokulasi bakteri kotoran sapi dianalisis setiap 4 jam sekali. Tujuan analisis setiap 4 jam sekali ini untuk mengetahui kemampuan bakteri kotoran sapi didalam mendegradasi senyawa organik yang terdapat didalam limbah cair tahu. Analisis pertama yang dilakukan adalah analisis derajat keasaman (pH). Kadar derajat keasaman (pH) didalam air limbah tahu memegang peranan penting didalam perkembangbiakan bakteri (Hazrina et al., 2020). Nilai pH yang asam maupun basa dapat mempengaruhi aktivitas bakteri yang terdapat didalam limbah cair tahu. Kondisi limbah cair tahu yang memiliki pH yang asam dapat menyebabkan bakteri menjadi mati didalam limbah cair tahu (Darmayani et al., 2023).

pH optimal bakteri dapat berkembangbiak dengan baik pada rentang 4 – 9 (Sukono et al., 2020).

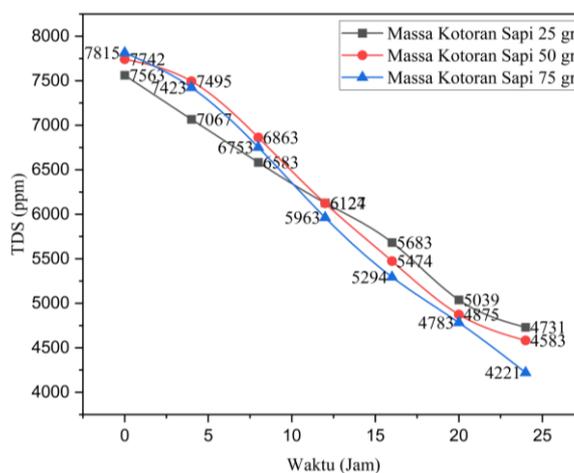


Gambar 1. Analisis Derajat Keasaman (pH) Terhadap Variasi Massa Kotoran Sapi dengan Waktu Degradasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin lama proses degradasi senyawa organik yang terdapat didalam air limbah akan semakin menurun kadar keasaman (pH) pada limbah cair tahu. Kadar keasaman (pH) air limbah tahu yang paling asam berada pada masa inokulasi bakteri kotoran sapi 75 gr yaitu dengan pH 5,3. Hal ini disebabkan banyaknya bakteri yang terdapat didalam inokulasi kotoran sapi pada masa 75 gr. Bakteri yang banyak didalam limbah cair tahu akan menyebabkan proses stasionery. Proses stasionery bakteri merupakan proses dimana laju pertumbuhan bakteri akan sama dengan proses kematian atau decay dari bakteri. Bakteri akan mengalami kematian pada waktu umur tertentu (Sehol et al., 2022).

Kematian bakteri ini akan menyebabkan dinding sel bakteri pecah sehingga akan bakteri akan mengeluarkan cairan sitoplasma. Cairan Sitoplasma ini yang menyebabkan kondisi lingkungan limbah cair tahu menjadi asam (Muhammad Faizal et al., 2002). Kondisi pH pada masing-masing variasi masa inokulasi kotoran sapi dapat menunjukkan bahwa kondisi tersebut masih didalam batas optimal dari pertumbuhan bakteri yaitu pada pH 4 – 9. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu akan menyebabkan kondisi kadar keasaman (pH) limbah cair tahu akan semakin menurun, begitu juga semakin besar massa inokulasi bakteri kotoran sapi akan semakin menurun nilai kadar keasaman (pH) dari limbah cair tahu. Analisis *Total Dissolved Solid* (TDS) dilakukan pada limbah cair tahu yang telah diberikan inokulasi bakteri

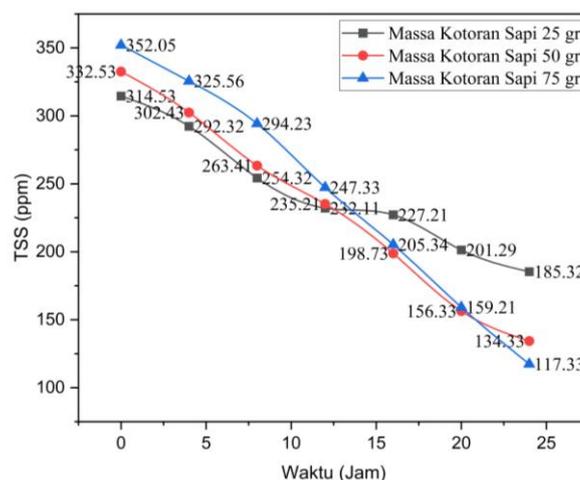
kotoran sapi. Analisis TDS ini berfungsi untuk mengetahui berapa jumlah padatan yang terlarut didalam limbah cair tahu yang telah diberikan inokulasi bakteri kotoran sapi. Tingginya nilai TDS menunjukkan bahwa banyaknya padatan-padatan yang terlarut didalam limbah cair tahu. Analisis nilai TDS pada masing-masing variasi massa inokulasi bakteri pada kotoran sapi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Analisis *Total Dissolved Solid* (TDS) Terhadap Variasi Massa Kotoran Sapi dengan Waktu Degradasi

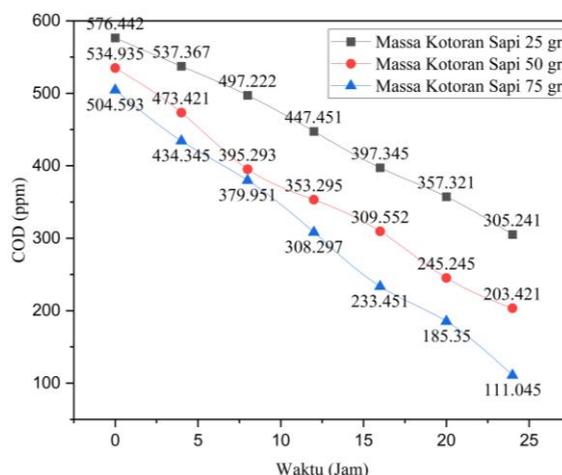
Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama waktu degrasi menggunakan inokulasi bakteri dari kotoran sapi pada limbah cair tahu maka semakin menurun kadar TSS yang terkandung didalam limbah cair tahu. Kadar TSS terendah didapatkan pada variasi inokulasi bakteri kotoran sapi pada massa 75 gr yaitu sebesar 4221 ppm. Hal ini dikarenakan jumlah bakteri yang terdapat didalam inokulasi pada massa 75 gr kotoran sapi lebih banyak dibandingkan dengan variasi massa kotoran sapi lainnya. Hal ini juga dapat dilihat pada variasi 50 gr yang memiliki penurunan kadar TDS yang lebih rendah dibandingkan dengan pada variasi 25 gr massa kotoran sapi. Penurunan kadar TDS ini disebabkan oleh bakteri yang terdapat pada kotoran sapi mampu mendegradasi senyawa organik menjadi karbon dioksida (CO_2) serta air (H_2O) (Evitasari et al., 2020). Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa inokulasi bakteri kotoran sapi mampu menurunkan kadar TSS yang terdapat didalam limbah cair tahu. Semakin tinggi massa inokulasi bakteri kotoran sapi maka akan semakin besar kemampuan bakteri yang terdapat pada kotoran sapi didalam mendegradasi polutan organik, begitu juga semakin lama waktu tinggal

limbah cair tahu maka akan semakin menurun kadar TDS yang terdapat pada limbah cair tahu.



Gambar 3. Analisis *Total Suspended Solid* (TSS) Terhadap Variasi Massa Kotoran Sapi dengan Waktu Degradasi

Gambar 3 menunjukkan analisis *Total Suspended Solid* (TSS) yang dilakukan pada limbah cair tahu yang telah diberikan inokulasi bakteri dari kotoran sapi. Analisis TSS ini bertujuan untuk melihat jumlah padatan yang mengendap yang terdapat didalam limbah cair tahu. Ukuran padatan yang mengendap ini berukuran maksimal 2 μm atau memiliki ukuran yang lebih besar dari ukuran padatan koloid (SNI 06-6989.3-2004). Padatan yang mengendap ini bisa berasal dari senyawa organik yang terdapat didalam limbah cair tahu maupun dari sludge bakteri yang ikut mengambang di air limbah cair tahu. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar massa inokulasi bakteri kotoran sapi maka semakin tinggi kadar TSS yang mampu didegradasi oleh bakteri kotoran sapi. Begitujuga semakin lama waktu tinggal, maka semakin besar kadar TSS yang dapat didegradasi oleh bakteri kotoran sapi. Nilai kadar TSS terendah yang mampu didegradasi oleh bakteri kotoran sapi yaitu sebesar 117,33 ppm yang terdapat pada variasi massa 75 gr kotoran sapi. Hal ini disebabkan karena semakin besar massa kotoran sapi yang di berikan didalam limbah cair tahu maka akan semakin banyak bakteri yang hidup didalam limbah cair tahu. Banyaknya jumlah bakteri ini mampu mendegradasi senyawa organik yang terkandung didalam limbah cair tahu.



Gambar 4. Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) Terhadap Variasi Massa Kotoran Sapi dengan Waktu Degradasi

Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri yang terkandung didalam kotoran sapi didalam mengurai atau mendegradasi senyawa organik yang terkandung didalam limbah cair tahu. Semakin tinggi nilai COD menunjukkan bahwa kandungan senyawa organik yang terdapat didalam limbah cair tahu semakin tinggi (Satriawan et al., 2023). Gambar 4 menunjukkan analisis COD pada limbah cair tahu pada masing-masing kotoran sapi. Kadar COD awal air limbah tahu berkisar 576,44 – 504,59 ppm. Berkurangnya kadar senyawa organik didalam limbah cair tahu disebabkan proses degradasi senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri pengurai yang terdapat pada kotoran sapi menjadi karbon dioksida (CO_2) serta air (H_2O) (Evitasari et al., 2020).

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian kemampuan inokulasi bakteri kotoran sapi dalam menurunkan limbah cair tahu pada aerobik bioreaktor adalah

1. Semakin tinggi massa inokulasi kotoran sapi maka semakin tinggi penurunan kadar TSS, TDS, dan COD serta akan menyebabkan semakin menurun kadar derajat keasaman dari limbah cair tahu
2. Semakin lama waktu tinggal limbah cair tahu didalam aerobik bioreaktor maka semakin tinggi penurunan kadar TSS, TDS, dan COD serta akan menyebabkan semakin menurun kadar derajat keasaman dari limbah cair tahu.

3. Inokulasi bakteri dari kotoran sapi mampu secara optimum menurunkan kadar TDS 4221 ppm, TSS 117,33 ppm, COD 111,05 ppm dan pH 5,3.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmayani, S., Tribakti, I., Musa, B., Satriawan, D., Rustiah, W., Helilusiatiningsih, N., Sahabuddin, E. S., Putra, R. P., Rahmawati, Rahmawati, Idewadi, F. M., & Cundaningsih, N. (2023). *Kimia Lingkungan* (Nomor March). PT Global Eksekutif Teknologi.
- Deffy, T., Nilandita, W., & Munfarida, I. (2020). Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Larutan EM4 secara Anaerob-Aerob. *Jurnal Presipitasi*, 17(3), 233–241.
- Evitasari, E., Bintang Sukono, G. A., Hikmawan, F. R., & Satriawan, D. (2020). Karakter Organisme Biologis dalam Bioremediasi - Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(2), 33–39. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i2.350>
- Hazrina, F., Satriawan, Do., & Pribadi, J. (2020). Optimilization of Solar Cell as Alternative Energy in Water Treatment Plant. *Brawijaya International Conference on Multidisciplinary Sciences and Technology 2020*.
- Muhammad Faizal, Fathurrohim, Indrawati, A., Basarang, M., Fatmawati, A., Satriawan, D., Suanda, I. W., 'ah, N. 'matul M. i, Rustiah, W., Suryaningsih, N. A., Taufieq, Rahmawati, & Fauzi, A. Z. (2002). *Mikrobiologi Lingkungan*. PT Global Eksekutif Teknologi.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2008 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai, 15 (2008).
- Pradana, T. D., Suharno, S., & Apriansyah, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS Dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 4(2), 56. <https://doi.org/10.30602/jvk.v4i2.9>
- Rahadi, B., Wirosodarmo, R., & Harera, A. (2018). Sistem Anaerobik-Aerobik Pada Pengolahan Limbah Industri Tahu Untuk Menurunkan Kadar BOD₅, COD, dan TSS. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 17–26.
- Satriawan, D., Pramita, A., & Santoso, A. (2023). Efektivitas Dan Laju Penurunan Kadar COD dan TSS Air Limbah Artifisial Dengan Proses Elektrokoagulasi. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (SEHATI ABDIMAS) 2023*, 6(1), 149–157.
- Sehol, M., Armus, R., Gumirat, M. I. I., Purnomo, T., Riyanti, Mamede, M., Samai, S., Satriawan, D., Wahyuni, S., Lutfi, E. H., Pramudianto, A., Pertiwi, N., & Indrawati, A. (2022). *Biologi Lingkungan* (Vol. 1). PT Global Eksekutif Teknologi.
- Sitasari, A. N., & Khoironi, A. (2021). Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 565–575. <https://doi.org/10.14710/jil.19.3.565-575>
- SNI 06-6989.11-2004 Tentang Air dan Air Limbah - Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter, Badan Standardisasi Nasional (2004).

- SNI 06-6989.3-2004. Air dan air limbah-Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended material, TSS) secara gravimetri, Badan Standardisasi Nasional - BSN 1 (2004).
- Air dan air limbah – Bagian 27: Cara uji padatan terlarut total (total dissolved solids, TDS) secara gravimetri, (2019).
- Suhairin, S., Muanah, M., & Dewi, E. S. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair Di Lombok Tengah Ntb. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 374. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i1.3144>
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, E., & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(2), 40–47. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i2.360>
- Yadaturrahmah, I. I., & Hendrasarie, N. (2021). Pengaruh Penambahan Impeller Pada Fase Aerobik Terhadap Efisiensi Kinerja Sequencing Batch Reactor Pada Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Envirotek*, 13(1), 7–13. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v13i1.102>