

Biodegradasi Nonylphenol dengan *Bacillus cereus* Menggunakan Sistem Batch

SYIFA SOFIA MUTMAINAH¹, ETIH HARTATI¹, DEWI NILAWATI²

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Badan Riset dan Inovasi Nasional KSM, Bandung
Email: syifasofia01@gmail.com

ABSTRAK

*Nonylphenol termasuk senyawa beracun yang dapat bertahan dan terakumulasi di lingkungan, yang menyebabkan penyakit berbahaya. Tujuan penelitian untuk mengetahui penyisihan nonylphenol dengan pengolahan biologi yang memanfaatkan mikroorganisme yaitu bakteri *Bacillus cereus*. Proses biodegradasi dilakukan secara batch dalam Erlenmeyer 250 ml dengan volume operasional 150 ml, kemudian diinkubator shaker selama 7 hari dengan waktu pengamatan per 24 jam. Variasi konsentrasi nonylphenol yang digunakan yaitu 10, 20 dan 40 ppm. Digunakan variasi tanpa dan dengan penambahan sumber karbon yaitu nutrient broth. Parameter yang dianalisis meliputi pH, optical density (OD), dan nonylphenol. Berdasarkan hasil uji nilai pH optimum berada pada rentang 7-9, optical density tertinggi yang menunjukkan pertumbuhan bakteri yaitu 1,4. Efisiensi penyisihan nonylphenol tertinggi oleh *Bacillus cereus* yaitu 83,97% variasi 20 ppm dengan penambahan nutrient broth.*

Kata kunci: *Bacillus cereus, biodegradasi, nonylphenol, dan sistem batch.*

1. PENDAHULUAN

Nonylphenol termasuk senyawa yang keberadaannya di lingkungan sangat sulit terurai dan sangat beracun. *Nonylphenol* merupakan polutan yang dihasilkan oleh aktivitas manusia melalui pembuangan limbah, dengan cairan limbah yang dibuang dari berbagai produk seperti pembersih industri, pewarnaan tekstil. Hal ini telah menjadi sorotan sebagai pengganggu endokrin bagi mikroorganisme (Yuan, dkk., 2023). Salah satu dampak signifikan dari *nonylphenol* yaitu paparannya dapat mengganggu sistem endokrin ikan, menyebabkan perubahan dalam perkembangan seksual dan fungsi reproduksi. Penelitian terbaru menegaskan bahwa *nonylphenol* menyebabkan berbagai efek toksik, seperti pertumbuhan dan perkembangan, efek estrogen, dan efek reproduksi yang berbahaya (Bhandari dkk, 2021). Oleh karena itu, pengembangan teknologi untuk menghilangkan *nonylphenol* dari air sangat diperlukan. Maka, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui penyisihan *nonylphenol* dengan pengolahan biologi yang memanfaatkan mikroorganisme. Proses biodegradasi merupakan penurunan kandungan polutan dalam limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme seperti mikroba sebagai pelaku proses utamanya. Beberapa mikroorganisme mempunyai kemampuan untuk mendegradasi *nonylphenol*, salah

satunya *Bacillus cereus* (Sulistiyawati, 2018). Oleh karena itu, dilakukan proses pengolahan limbah *nonylphenol* dengan sistem *batch* menggunakan bakteri *Bacillus cereus*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 *Nonylphenol*

Nonylphenol merupakan polutan antropogenik yang sering ditemukan dalam lumpur limbah karena proses degradasi yang tidak memadai efektifitas IPAL konvensional (Lara-Moreno dkk., 2022). Pada umumnya *nonylphenol* terdeteksi di air dan lumpur limbah akibat dari pembuangan air limbah. Pada saat memasuki lingkungan *nonylphenol* akan masuk kedalam rantai makanan dan mampu mengganggu sistem hormonal banyak organisme (Soares dkk., 2008).

2.2 Biodegradasi

Biodegradasi merupakan proses penguraian senyawa kimia yang memanfaatkan mikroorganisme (Scott, 2000). Pada umumnya senyawa organik memiliki sifat yang mudah terdegradasi, sedangkan senyawa anorganik memiliki sifat yang lambat untuk didegradasi, tetapi banyak factor yang menentukan biodegradasi, seperti media, sifat mikroorganisme, jenis mikroorganisme, dan lain-lain (Suriawan, 1995).

3. METODOLOGI

3.1 Limbah sintesis

Limbah sintesis yang digunakan yaitu 0,1gram *nonylphenol*, dilarutkan dalam milipore-Q dan 10% *methanol* sebagai pelarut yang berperan penting dalam kemampuannya untuk melarutkan *nonylphenol* yang bersifat hidrofobik. Pelarutan ini menghasilkan larutan induk *nonylphenol* konsentrasi 100 ppm. Kemudian dilakukan pengenceran untuk variasi percobaan yaitu 10, 20, dan 40 ppm.

3.2 Kultur bakteri

Kultur *Bacillus cereus* yang berasal dari Hutan mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. Kultur kemudian diinokulasikan kedalam Erlenmeyer 1000 ml yang berisi media cair *nutrient broth*. Kemudian disimpan pada suhu 30°C dengan kecepatan 150 rpm pada inkubator shaker.

3.3 Percobaan

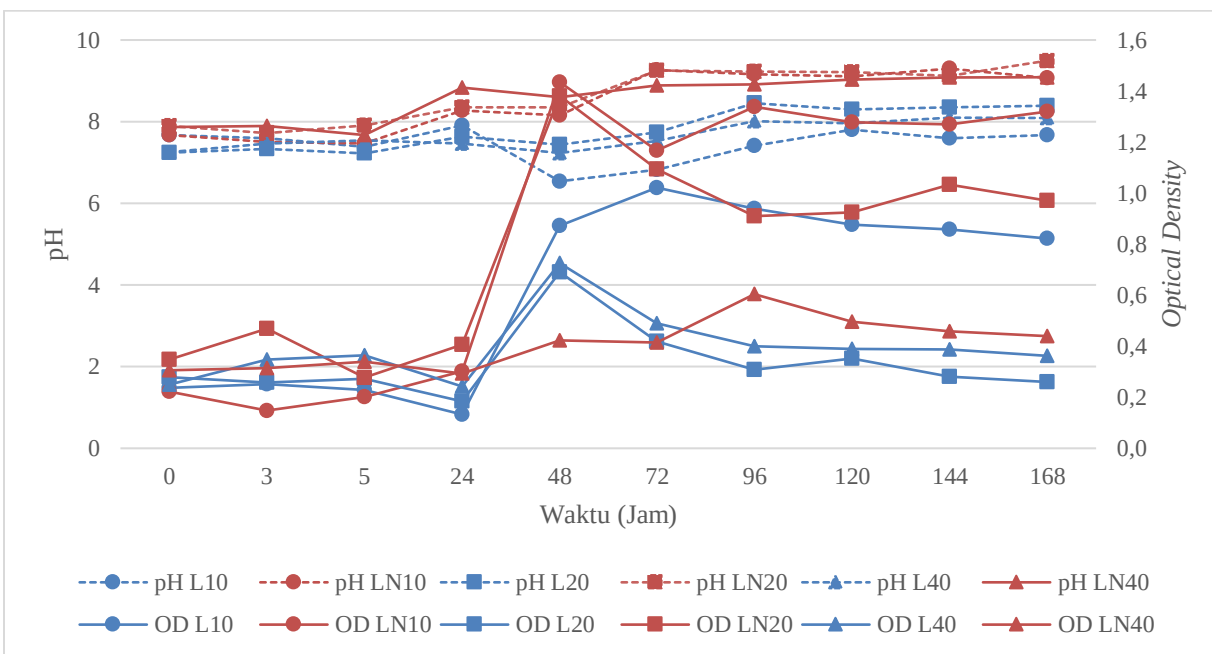
Biodegradasi *nonylphenol* dengan sistem *batch* menggunakan Erlenmeyer 250 ml dengan volume operasional 150 ml, dalam waktu 7 hari dengan waktu pengamatan per 24 jam. Variasi *nonylphenol* sebagai satu-satunya sumber karbon, dengan komposisi larutan yaitu 120 ml limbah *nonylphenol* dan 30 ml bakteri, sampel diberi kode "L". Variasi dengan adanya penambahan sumber nutrisi, komposisi larutan yaitu 60 ml limbah *nonylphenol*, 60 ml sumber nutrisi (*nutrient broth*), dan 30 ml bakteri, sampel diberi kode "LN". Masing-masing konsentrasi limbah *nonylphenol* yaitu 10, 20, dan 40 ppm. Diinkubasi dalam inkubator shaker pada suhu 30°C dengan kecepatan 150 rpm.

Parameter yang diuji meliputi pH dengan metode elektroda potensiometri, optical density (OD) dengan metode turbiditas, dan *nonylphenol* dianalisa menggunakan metode kromatografi dengan alat *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Persiapan untuk pengujian sampel parameter *nonylphenol*, sampel disaring terlebih dahulu menggunakan filter membran 0,45 mm. Prinsip Kromatografi adalah teknik pemisahan fisik sampel menjadi komponen penyusunnya

dengan cara mendistribusikan sampel di antara fase gerak (cairan) dan fase diam (sorben pada kolom) (Dong, 2019).

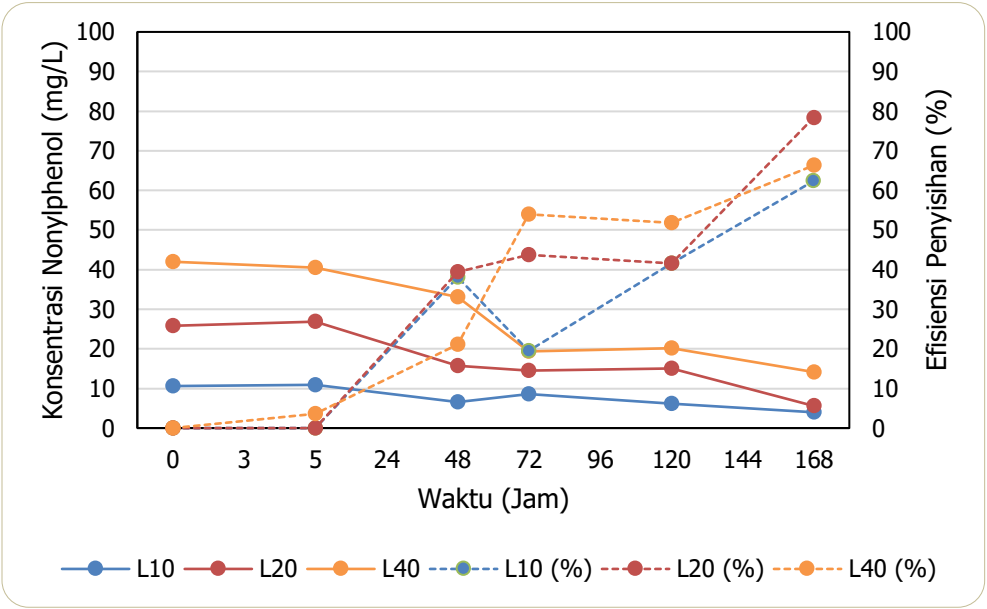
4. PEMBAHASAN

Nilai pH dan *optical density* sebagai indikator pertumbuhan bakteri ditunjukkan pada **Gambar 1**. Pertumbuhan ini yang mengindikasikan aktivitas metabolisme yang digunakan untuk mendegradasi *nonylphenol*. Nilai pH berada pada rentang 7-9. Nilai *optical density* awal pengoperasian sistem batch terjadi fase lag terlihat pada jam ke-0 sampai jam ke-24 yang memiliki nilai OD rendah pada semua perlakuan. Setelah jam ke-24, mengalami fase eksponensial dan mulai menunjukkan pertumbuhan. Kemudian setelah jam ke-72 semua perlakuan mencapai fase stasioner dan stabil hingga jam ke-168. Perlakuan tanpa penambahan nutrient broth menunjukkan nilai OD lebih rendah dibandingkan dengan penambahan nutrient broth, hal ini menandakan pertumbuhan mikroba lebih lambat dan jumlah biomassa yang lebih sedikit. Nilai *optical density* tertinggi yaitu LN20 sebesar 1,4.

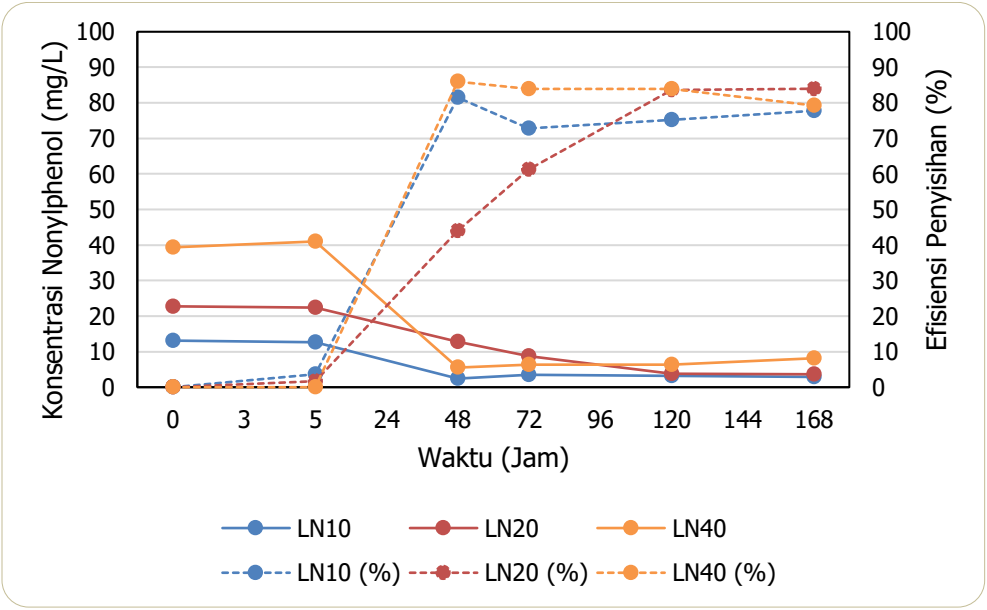


Gambar 1. Nilai pH dan *Optical density*

Kemampuan degradasi *nonylphenol* sebagai satu-satunya sumber karbon (tanpa penambahan *nutrient broth*) oleh *Bacillus cereus* ditunjukkan pada **Gambar 2**. sedangkan degradasi *nonylphenol* dengan adanya penambahan *nutrient broth* ditunjukkan pada **Gambar 3**. yang menunjukkan efisiensi penyisihan dalam waktu 168 jam.



Gambar 2. Efisiensi penyisihan *nonylphenol* tanpa penambahan *nutrient broth*



Gambar 3. Efisiensi penyisihan *nonylphenol* dengan penambahan *nutrient broth*

Berdasarkan grafik pada **Gambar 2.** dan **Gambar 3.** menunjukkan perubahan konsentrasi *nonylphenol* (mg/L) dan efisiensi penyisihan (%). Awal percobaan dari kedua grafik mulai penunjukkan penurunan konsnentrasi setelah jam ke-5. **Gambar 2.** menunjukkan efisiensi penyisihan *nonylphenol* tertinggi pada sampel L20, penyisihan sampai jam ke-168 mencapai

78,37% dengan konsentrasi akhir 5,59 mg/L. **Gambar 3.** menunjukkan efisiensi penyisihan *nonylphenol* tertinggi yaitu sampel LN20 dengan adanya penambahan sumber nutrisi, persentase penyisihan mencapai 83,97% dengan konsentrasi akhir 3,65 mg/L. Adanya penambahan *nutrient broth* mempercepat dan meningkatkan efisiensi penyisihan lebih dari 80%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, pertumbuhan bakteri sebagai indikator aktivitas metabolisme yang berperan dalam degradasi *nonylphenol* yang ditunjukkan oleh nilai pH dan optical density. Penambahan *nutrient broth* meningkatkan pertumbuhan bakteri, terbukti dari nilai OD yang tinggi pada LN20 sebesar 1,4. Nilai pH berada pada rentang 7-9. Nilai efisiensi penyisihan *nonylphenol* tertinggi yaitu variasi LN30 mencapai 83,97% konsentrasi akhir 3,65 mg/L. Sedangkan tanpa *nutrient broth* yaitu L20 sebesar 78,37% konsentrasi akhir 5,59 mg/L. Maka, *nutrient broth* mempercepat dan meningkatkan efisiensi penyisihan *nonylphenol*.

DAFTAR RUJUKAN

- Bhandari, G., Bagheri, A. R., Bhatt, P., & Bilal, M. (2021). Occurrence, potential ecological risks, and degradation of endocrine disrupter, *nonylphenol*, from the aqueous environment. *Chemosphere*, 275, 130013. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130013>
- Dong, M. W. (2019). HPLC and UHPLC for Practicing Scientists. *John Wiley & Sons*.
- Lara-Moreno, A., Aguilar-Romero, I., Rubio-Bellido, M., Madrid, F., Villaverde, J., Santos, J. L., Alonso, E., & Morillo, E. (2022). Novel *nonylphenol*-degrading bacterial strains isolated from sewage sludge: Application in bioremediation of sludge. *Science of the Total Environment*, 847(April), 157647. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157647>
- Scott, M. J., A. M. N. J. (2000). Review Biodegradation Of Surfactant In The Environment. *Biochemica Et Biophysica Acta*.
- Soares, A., Guieysse, B., Jefferson, B., Cartmell, E., & Lester, J. N. (2008). *Nonylphenol* in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters. *Environment International*, 34(7), 1033–1049. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.01.004>
- Sulistiyawati I. (2018). Potensi Isolat Bakteri Tanah Sawah Tercemar Limbah Deterjen Dalam Mendegradasi Surfaktan LAS. *Prosiding Seminar Nasional Dan Call For Papers*.
- Suriawan, U. (1995). *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Tarsito Bandung.
- Yuan, X., Cui, K., Chen, Y., Xu, W., Li, P., & He, Y. (2023). Response of microbial community and biological nitrogen removal to the accumulation of *nonylphenol* in sequencing batch reactor. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(11), 12669–12680. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-04825-9>