

# Kinetika reaksi biokimiawi EM4 pada penguraian limbah cair pabrik tahu : studi kasus Pabrik Tahu, Kukusan, Depok, Jawa Barat = The Kinetics of the Biochemical Reaction of EM4 to elements of Liquid waste from a Tofu Factory : A case study of Tofu Factory in Kukusan, Depok, West Java

Budi Supriyanto, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=77843&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

### <b>ABSTRAK</b>

Selaras dengan laju pembangunan nasional, pembangunan di sektor industri pun maju dengan pesat. Pembangunan di sektor ini dianggap mampu memberikan nilai tambah secara nasional serta mampu menciptakan lapangan kerja dan mendorong peningkatan teknologi bagi kehidupan manusia. Sebagai realisasi dan konsekuensi kegiatan pembangunan di sektor industri, muncul pula berbagai masalah lingkungan secara langsung maupun tidak langsung berupa pengotoran perairan oleh limbah cair.

Pengamatan menunjukkan bahwa dari berbagai jenis industri, ternyata industri kecil dan industri rumah tangga sangat berpotensi memberikan kontribusi besar pada pengotoran perairan, seperti pabrik tahu. Kondisi yang demikian itu disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kurangnya pengetahuan pengusaha tentang pencemaran lingkungan, teknologi proses produksi, serta tidak adanya unit sarana pengolahan limbah cair.

Karakteristik yang khusus dari limbah cair tahu itu adalah suhunya melebihi suhu normal badan air penerima (60-80° C), warna limbah putih kekuningan dan keruh, pH < 7, COD dan padatan tersuspensi tinggi. Padatan tersebut sebagian berupa protein, lemak, dan karbohidrat. Limbah cair ini di perairan selain berpotensi menimbulkan bau busuk karena proses anaerob pada perombakan protein, lemak, dan karbohidrat oleh mikroorganisme, serta menambah beban pencemaran air.

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memecahkan permasalahan yang berhubungan dengan pencemaran limbah cair pabrik tahu pada skala laboratorium. Selain itu secara khusus penelitian ini bertujuan: (1) Menemukan konsentrasi dan waktu kontak yang optimum dari EM4 pada proses penguraian limbah cair pabrik tahu secara anaerob; (2) Menghitung laju penguraian materi organik dan pertumbuhan mikroorganisme pada proses penguraian limbah cair pabrik tahu secara anaerob; (3) Mengamati respirasi endogen mikroorganisme pada proses penguraian limbah cair pabrik tahu secara anaerob; (4) Menghitung secara kasar biaya pemakaian bahan EM4 untuk penguraian limbah cair pabrik tahu dihubungkan dengan biaya produksi tahu secara keseluruhan.

Menyimak segi pemakaian bahan baku dikaitkan dengan kuantitas limbah, ternyata 1 kg kedelai menghasilkan limbah cair 43,33 kg atau ekuivalen dengan 40 liter (kalau BJ limbah = 1,1 kg/dm<sup>3</sup>). Dengan mempertimbangkan faktor kualitas dan kuantitas limbah cair tahu (60.000 liter/14 jam), penelitian ini dilakukan dengan memberikan EM4 (Effective Microorganisms 4) sebagai aktivator dalam proses

penguraian limbah. Berdasarkan uraian tersebut, disusun hipotesis penelitian sebagai berikut: (1) pemberian EM4 mempengaruhi kecepatan penguraian limbah cair pabrik tahu; (2) waktu kontak mempengaruhi kecepatan penguraian limbah cair pabrik tahu; (3) interaksi antara konsentrasi EM4 dan waktu (kontak) pengamatan mempengaruhi kecepatan penguraian limbah cair pabrik tahu.

Penelitian eksperimental yang disusun secara faktorial ini menggunakan rancangan acak lengkap dan dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Penyehatan dan Lingkungan, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok. Percobaan dilakukan dengan 50 kombinasi perlakuan antara waktu pengamatan (t1, t2, t3, t4, t5, t6, t7, t8, t9, t10) dengan konsentrasi EM4 (0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, dan 4 ml). Sampel limbah tahu diambil dari pabrik tahu Desa Kukusan, Depok. Tempat percobaan berupa stoples gelas ukuran 3 liter lengkap dengan tutup. Sampel limbah cair tahu sebanyak 3 liter sebelum dimasukkan ke dalam stoples, terlebih dahulu disaring menggunakan saringan dengan diameter saringan 0,125 mikron supaya seragam. Sesudah itu EM4 ditambahkan ke dalam substrat menggunakan pipet ukur dan stoples ditutup rapat. Pengamatan dan pengambilan sampel dilakukan dengan interval 6 jam selama 60 jam pada suhu kamar. Adapun parameter pokok yang diamati dan diukur adalah COD (Chemical Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solids), VA (Volatile Acids), MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids), suhu, pH, dan DO. Data dianalisis dengan menggunakan rumus baku untuk menghitung konstanta kinetika reaksi biokimiawi EM4, sebagai pembantu data dianalisis pula menggunakan anova 2 faktor, regresi berganda menurut Backward, analisis korelasi jenjang menurut Spearman, serta penghitungan biaya pengolahan limbah cair secara kasar.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu kontak sangat nyata mempengaruhi kinetika reaksi biokimiawi EM4 pada penguraian limbah cair pabrik tahu dengan  $\alpha$  (taraf nyata) = 0,01. Bahkan interaksi antara konsentrasi dan waktu kontak bersamasama mempengaruhi kinetika reaksi biokimiawi EM4 pada penguraian limbah cair pabrik tahu dengan  $\alpha$  (taraf nyata) = 0,01. Uji lainnya membuktikan bahwa konsentrasi COD berkorelasi positif dengan konsentrasi TSS pada  $\alpha = 0,05$ . Hal ini memberikan makna bahwa setiap peningkatan maupun penurunan konsentrasi COD berhubungan dengan peningkatan maupun penurunan konsentrasi TSS. Korelasi positif juga ditunjukkan antara konsentrasi VA dengan MLVSS pada  $\alpha = 0,05$ . Jadi setiap peningkatan dan penurunan konsentrasi VA berhubungan dengan peningkatan maupun penurunan konsentrasi MLVSS.

Hasil uji statistik dengan regresi berganda menurut Backward dilakukan untuk parameter VA, COD, dan MLVSS. Hasil regresi VA menunjukkan bahwa nilai  $R^2 = 0,9274$  dengan persamaan regresi  $Y = 1770,12 - 211,3 X_1 (\text{DO}) + 0,03 X_2 (\text{Waktu}) - 261,96 X_3 (\text{pH}) - 7,18 X_4 (\text{suhu})$ . Hasil ini merupakan hasil terbaik untuk perlakuan penambahan 3 ml EM4 ke dalam 3 liter substrat limbah cair tahu. Pengujian untuk parameter COD diperoleh hasil nilai  $R^2 = 0,9299$  dengan persamaan regresi  $Y = -18163,62 - 13,40 X_1 (\text{DO}) + 89,67 X_2 (\text{Waktu}) - 4357,94 X_3 (\text{pH}) + 1224,87 X_4 (\text{suhu})$ . Hasil ini merupakan hasil terbaik untuk perlakuan penambahan 4 ml EM4 ke dalam 3 liter substrat limbah cair tahu. Sedangkan hasil regresi untuk MLVSS diperoleh nilai  $R^2 = 0,9357$  dengan persamaan regresi  $Y = 56,78 - 10,85 X_1 (\text{DO}) + 0,55 X_2 (\text{Waktu}) - 18,83 X_3 (\text{pH}) - 1,14 X_4 (\text{suhu})$ .

Hasil akhir proses penguraian materi organik yang dinyatakan dalam konsentrasi COD (mg/l) pada waktu

kontak 60 jam dengan metode batch (tumpak) konvensional adalah antara 2140-2820 mg/l. Meskipun persentase penyisihan COD secara keseluruhan berkisar antara 64,66 % - 73,18 %, namun nilai itu masih berada di atas ambang baku mutu lingkungan air buangan industri golongan III (500 mg/l) di Jawa Barat.

Perhitungan untuk konstanta kinetika reaksi biokimiawi EM4 pada berbagai perlakuan diperoleh hasil bahwa laju penguraian materi organik (pemakaian substrat =  $r_{su}$ ) adalah antara 2,3451 - 100,3035 mg/l/jam; laju pertumbuhan mikroorganisme ( $r_g$ ) adalah 2,9630 - 9,2787 mg/l/jam; laju koefisien kematian sel mikroorganisme ( $k_d$ ) adalah antara 0,014-0,036 sel per jam; sedangkan laju pertumbuhan bersih mikroorganisme ( $\mu'$ ) pada penguraian limbah cair pabrik tahu antara 0,0088 - 0,0179 sel per jam.

Perhitungan kasar biaya pemakaian EM4 pada proses penguraian limbah cair pabrik tahu berdasarkan hasil penelitian ini (skala laboratorium) adalah Rp 60.000,- atau 7,5 % dari keuntungan (Rp 798.000,-) per hari.

Akhirnya berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa EM4 (Effective Microorganisms 4) dapat dipakai untuk membantu memecahkan permasalahan limbah cair tahu, yaitu menggunakan metode batch (tumpak) konvensional pada kondisi anaerob. Konsentrasi paling tepat untuk keperluan proses pengolahan limbah cair pabrik tahu pada proses tersebut di atas adalah 1 ml EM4 dalam 1 liter substrat atau setara dengan 1 liter EM4 untuk beban organik limbah 273,6 kg/m<sup>3</sup>/hari COD.

---

**ABSTRACT**

In line with the overall advance of national development, the rate of development in the industrial sector has been rapid. Development in this sector is thought to be able to add value nationally, as well as create jobs and stimulate the appropriate use of technology to enhance the lives of the nation's citizens. As a consequence of activities in this sector, direct and indirect environmental problems have emerged, one form of which is the contamination of water by liquid wastes.

The surveys show that, of the various types of industry, small and home industries, including tofu factories, are the ones that have potential most to water pollution. This is a result of several factors, including a lack of knowledge on the part of the entrepreneurs about environmental pollution, the technology used in the production process, as well as the lack of waste treatment facilities.

Tofu waste has unique characteristics, such as a higher temperature than the water into which it is thrown; a dirty yellowwhite color and a pH of less than 7 with high COD and TSS. This sludge comprises proteins, fats and carbohydrates. Such liquid waste can have a putrid smell due to the anaerobic process of microorganisms, leading to decomposition of the proteins, fats and carbohydrates. The addition of this liquid waste increases also the water pollution levels.

In general, the aim of this study is to understand and suggest solutions for water pollution problems caused by liquid waste from tofu factories, at the laboratory level. In addition, the study has the following objectives: (1) To discover optimum concentration and contact time of EM4 on the process of decomposition of liquid wastes from tofu factories anaerobically; (2) To calculate the rate of decomposition of organic material- and the growth of microorganisms during the process of decomposition of liquid wastes from tofu factories anaerobically; (3) To observe the endogen respiration of microorganisms during the

process of decomposition of liquid wastes from tofu factories anaerobically; (4) To roughly calculate the cost of using EM4 for the decomposition of liquid wastes from tofu factories, related to the overall production cost of tofu.

If we examine the amount of EM4 needed in relation to the quantity of waste, it appears that 1 kg of soy beans results in 43.33 kg of liquid waste, or the equivalent of 40 litres (if the BJ of waste = 1.1 kg/dm<sup>3</sup>). By considering factors related to the quantity and quality of the liquid wastes from tofu factories, this study undertakes to test EM4 (Effective Microorganisms 4) as an activator in the process of decomposition of liquid wastes from tofu factories. The hypotheses of the research are as follows: (1) the addition of EM4 influences the rate of decomposition of liquid wastes from tofu factories; (2) the contact time influences the speed of decomposition of liquid wastes from tofu factories; (3) The interaction between EM4 concentration and contact time influences the rate of composition of the tofu wastes.

This experimental study with factorial testing used complete random design and was conducted in the Environmental Laboratory of the Faculty of Engineering, University of Indonesia. The experiment was conducted with 50 treatment combinations, with contact times ranging from t' to t10 and EM4 concentrations of 0 to 4 ml. Tofu waste samples were taken from the tofu factory in Kukusan Village, Depok. Three-litre stoppered glass jars were used to store the samples. Before being placed in the jars, the three-litre samples were filtered through a filter with a diameter of 0.125 microns for uniformity. The EM4 was added to the concentrate using a measuring pipette and stoppered jars. Observation and sample taking were done at six hour intervals for 60 hours at room temperature. The main parameters that were measured were COD (Chemical Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solids), VA (Volatile Acids), MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids), temperature, pH and DO. The data were analyzed using two-factor variance analysis, Backward multiple regression, Spearman rank correlation analysis, standard formula to find the kinetic constants of the EM4 biochemical reactions and rough calculations of the cost of liquid waste treatment.

The results of the statistical tests indicated that the concentration and contact time significantly influenced the kinetics of EM4 biochemical reactions in the decomposition of liquid tofu wastes, with  $\alpha = 0.01$ . The interaction between concentration and contact time also influenced the kinetics of the EM4 biochemical reactions on the liquid tofu wastes, with  $\alpha = 0.01$ . The correlation analysis showed a positive correlation between COD and TSS concentrations, with  $\alpha = 0.05$ . This means that every increase or decrease in COD concentration is related to a concurrent increase or decrease of TSS concentration. There was also a positive correlation between VA and MLVSS concentrations, with  $\alpha = 0.05$ . So every increase or decrease of VA concentration is accompanied by an increase or decrease of MLVSS concentration.

The findings on COD, VA and MLVSS parameters were analyzed with Backward multiple regression. The analysis showed the value of  $R^2 = 0.9274$  with the regression equation:

$$Y = 1770.12 - 211.3 X_1 (\text{DO}) + 0.03 X_2 (\text{time}) - 261.96 X_3 (\text{pH}) - 7.18 X_4 (\text{temperature}).$$

This represented the best result of the addition of 3 ml of EM4 to 3 litres of tofu liquid waste concentrate.

The second finding, for COD, obtained  $R^2 = 0.9299$  with a regression equation of  $Y = -18163.62 - 13,40 X_1$  (DO) + 89.67  $X_2$  (time) - 4357.94  $X_3$  (pH) + 1224.87  $X_4$  (temperature).

This represented the best result for the addition of 4 ml of EM4 to 3 liters of tofu liquid waste concentrate.

The regression analysis of MLVSS obtained a result of  $R^2 = 0.9357$  with a regression equation of  $Y = 56.78 - 10.85 X_1$  (DO) + 0.55  $X_2$  (time) - 18.83  $X_3$  (pH) - 1.14  $X_4$  (temperature).

This represented the best result of the addition of 4 ml of EM4 to 3 litres of tofu liquid waste concentrate.

The final result of the process of decomposition of organic material indicated in the concentration of COD (mg/l) with a contact time of 60 hours, using a conventional batch method, was between 2140 mg/l and 2820 mg/l. Although the percentage of overall COD isolation was in the range 64.66 to 73.18 %, this level is still above the threshold of the environmental quality standard for industrial liquid wastes (category II!).

The calculations for the kinetic constants of EM4 biochemical reactions obtained the result that the rate of decomposition of organic material (using concentrate rsu) was between 2.3451 and 100,3035 mg/l/hour; the coefficient rate of the decomposition of microorganism cells was between 0.014 to 0.036 cells per hour; while the net growth rate of microorganisms in the decomposition of tofu factory liquid wastes was between 0.0088 and 0.0179 cells per hour.

The rough calculation of the cost of EM4 utilization in the decomposition process of tofu factory liquid wastes was Rp. 60,000 per day, or 7.5% of the daily profit (Rp. 798,000).

Based on this study, it can be concluded that EM4 can be used to ameliorate the tofu liquid waste, that is, using the conventional batch method in anaerobic condition. The most effective concentration for tofu liquid waste treatment is 1 ml EM4 in 1 litre substrate or equivalent to 1 litre EM4 for organic loading of waste 273.6 kg/m<sup>3</sup>/day COD.; The Kinetics of the Biochemical Reaction of EM4 to Elements of Liquid Waste from a Tofu Factory (A Case Study of Tofu Factory in Kukusan, Depok, West Java)

Number of references: 72 (1977 - 1997)