

Analisa Matematis Hasil Biogas Dari Sampah Sayuran Berdasarkan Perbedaan Jumlah Bahan

Fatkur Rhoiman¹⁾, Nuryosuwo²⁾, Muhammad Sulthoon³⁾.

^{1),2),3)}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹⁾Fatkurrohoiman@unpkediri.ac.id, ²⁾nuryosuwo@unpkdr.ac.id.

Abstrak

Permasalahan sampah masih menjadi permasalahan yang perlu segera dicarikan solusinya. Salah satu jenis sampah yang mendominasi adalah sampah sayuran dalam rumah tangga. Dalam pengelolaan sampah sayuran rumah tangga, sebagian besar hanya dibuang saja. Hal tersebut bisa membuat polusi dalam jangka dekat. Walau dalam jangka Panjang ada keuntungan, yaitu bisa di jadikan pupuk organik. Salah satu solusi yang dilakukan adalah dilakukan proses fermentasi. Tujuannya untuk diperoleh biogas dari sampah-sampah tersebut. Proses fermentasi menggunakan sistem anaerob digester. Penelitian ini bertujuan untuk melihat persamaan matematis yang dihasilkan dari proses fermentasi. Perhitungan menggunakan rumus interpolasi kuadratik dan operasi menggunakan Teknik operasi baris elementer. Variable bebas yang digunakan adalah jumlah sampah yang digunakan, yaitu 5 kg, 10 kg, dan 15 kg. Hasil dari proses fermentasi tersebut, diperoleh massa biogas berturut-turut 650 miligram, 825 miligram, dan 950 miligram. Setelah dilakukan perhitungan matematis, diperoleh persamaan perbandingan jumlah bahan baku terhadap biogas yang dihasilkan adalah $P(x) = 425 + 50x - x^2$ (dalam satuan milligram).

Kata Kunci: Biogas, Digester, Persamaan Matematis, Sampah Sayuran.

Abstract

The waste problem is still a great problem that needs to be solved immediately. One type of waste that dominated is vegetable household waste. In the management of household vegetable waste, most of it is just thrown away. This can create pollution in the near term. Although in the long term there are advantages, which can be used as organic fertilizer. One solution is to do a fermentation process. The goal is to obtain biogas from the waste. The fermentation process uses an anaerobic digester system. This study aims to see the mathematical equations generated from the fermentation process. Calculations using quadratic interpolation formulas and operations using elementary row operations techniques. The independent variable used is the amount of waste used, namely 5 kg, 10 kg, and 15 kg. As a result of the fermentation process, the biogas mass obtained was 650 milligrams, 825 milligrams, and 950 milligrams, respectively. After mathematical calculations, the equation for the ratio of the amount of raw materials to the biogas produced is $P(x) = 425 + 50x - x^2$ (in milligrams).

Keywords: Biogas, Digester, Mathematical equation, vegetables waste.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah masih menjadi masalah yang sampai kini belum terlihat pemecahannya. Upaya yang saat ini telah dilakukan seperti menyediakan TPS (Tempat Pembuangan Sampah) Sementara maupun Akhir, seolah hanya sebagai upaya untuk memindahkan penumpukan sampah dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Berdasarkan data Indonesia National Plastic Action Partnership yang dirilis April 2020, sebanyak 67,2 juta ton sampah Indonesia masih menumpuk setiap tahunnya, dan 9 persennya atau sekitar 620 ribu ton masuk ke sungai, danau dan laut. Di Indonesia diperkirakan sebanyak 85.000 ton sampah dihasilkan per harinya, dengan perkiraan kenaikan jumlah mencapai 150.000 ton per hari pada tahun 2025. Jumlah ini didominasi oleh sampah yang berasal dari rumah tangga, yang berkisar antara 60 hingga 75 persen [1].

Dari hasil pengamatan yang dilakukan di kota Magelang, diperoleh informasi bahwa timbulan sampah permukiman perkapita harian adalah sebesar 2,58 liter/orang/hari, setara dengan 0,304 kg/orang/hari. Sedangkan komposisi sampah yang terjadi adalah 54,97% organik dan 45,03% anorganik. Sampah organik sendiri terdiri dari 12,65% sampah daun, 40,18% sisa makanan, dan 2,14% ranting/kayu. Sedangkan sampah anorganik terdiri dari 10,37% kertas, 16,31% plastik, 2,23% logam, 2,86% kaca/keramik, 2,27% karet/kulit, 2,54% kain, serta 8,47% lain-lain (pampers, pembalut, dll) [2].

Salah satu upaya untuk menyelesaikan permasalahan sampah tersebut adalah dengan memanfaatkannya menjadi bahan baku biogas. Biogas dimanfaatkan sebagai alternatif bahan bakar di rumah. Biogas bisa menggantikan gas yang digunakan untuk memasak. Selain itu, biogas juga dapat dimanfaatkan untuk penerangan dan listrik. Generator listrik bisa memanfaatkan energi yang bersumber dari biogas. Salah satu pemanfaatan biogas yang telah dilakukan dalam skala besar seperti yang sudah dilakukan di Desa Urutsewu, Ampel, Jawa Tengah. Warga yang sebagian besar adalah peternak sapi yaitu sebanyak 120 peternak, tidaklah kesulitan dalam mencari bahan dasar dalam pembuatan biogas. kotoran sapi tersebut diendapkan ke dalam digester biogas agar menghasilkan gas [3].

Hanya saja, kali ini sebagai bahan utamanya menggunakan sampah rumah tangga, khususnya sampah organik. Sampah yang digunakan adalah sayur-sayuran

sisa yang tidak dimasak di rumah tangga. Hasil analisis laboratorium terhadap limbah sayuran diperoleh bahwa limbah sayuran mengandung kadar air 88,78%; pH 7,68; dan rasio C/N 33,56 [4]. Selain itu, tentu saja sayuran sisa tersebut masih mengandung zat seperti Protein, Serat, Vitamin, dan Mineral [5].

Energi biogas adalah salah satu dari banyak macam sumber energi alternative erbarukan. Biogas dapat diperoleh dari air buangan rumah tangga, kotoran cair dari peternakan, sampah organik, industri makanan dan limbah buangan lainnya. Pada umumnya, biogas terdiri atas gas metana sekitar 55-80%. Gas metana yang diproduksi dari kotoran hewan, mengandung energi 4.800-6.700 Kcal/m³. Gas metana murni mengandung energi 8.900 Kcal/m³. Sistem produksi biogas mempunyai beberapa keuntungan, yaitu : mengurangi efek rumah kaca, mengurangi polusi bau, sebagai pupuk, produksi daya dan panas [6].

Dari gambaran diatas, peneliti ingin melakukan penelitian tentang pembuatan biogas dengan menggunakan bahan baku sampah organik rumah tangga. Sampah organik tersebut adalah sampah sisa sayuran yang dihasilkan oleh rumah tangga. Sehingga jenis sayuran yang digunakan tidak hanya satu jenis, tapi campuran dari beberapa jenis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati rumus umum persamaan secara matematis dari hasil biogas yang dihasilkan oleh limbah organik sayuran.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Variable bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah limbah sayur yang digunakan. Jumlah sayur yang di amati adalah 5kg, 10 kg, dan 15 kg. Variable terikat adalah komposisi bioaktif menggunakan EM4 sebanyak 500 ml dan air sebanyak 5 liter. Variable terikatnya adalah bobot biogas yang dihasilkan dalam jangka waktu 7 hari.

Adapun alat dan bahan yang digunakan antara lain:

- a. Digester biogas sederhana kapasitas 20 liter
- b. Timbangan milligram
- c. Wadah penampung biogas.
- d. Sampah sayuran segar

Analisa data menggunakan metode numerik. Tujuan Analisa data adalah untuk mendapatkan persamaan secara matematis keterkaitan jumlah sampah yang dimasukkan dengan jumlah biogas yang dihasilkan. Dengan 3 variasi jumlah sampah sayuran, maka akan diperoleh 3 variasi jumlah hasil biogas. Karena ada 3 pasang jumlah sampah dan hasil yang di hasilkan, maka akan menggunakan rumus interpolasi kuadrat [7].

Secara umum, rumus yang digunakan dapat dituliskan sebagai

$$(x_0, y_0), (x_1, y_1) \text{ dan } (x_2, y_2) \dots \dots \dots [7]$$

Kuadrat polinon memiliki persamaan

$$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 \dots \dots \dots [7]$$

Polinom (P_2) dapat ditentukan dengan rumus berikut [7].

$$a_0 + a_1x_0 + a_2x_0^2 = y_0$$

$$a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 = y_1$$

$$a_0 + a_1x_2 + a_2x_2^2 = y_2$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentasi dilakukan 7 hari dengan kondisi *anaerob* didalam biodigester. Data yang diperoleh selama penelitian dimasukkan ke dalam tabel penelitian sebagai berikut :

- a. Untuk massa sayur 5 kg, diperoleh massa biogas 650 miligram
- b. Untuk massa sayur 10 kg, diperoleh massa biogas 825 miligram
- c. Untuk massa sayur 15 kg, diperoleh massa biogas 950 miligram.

Dari data di atas, dapat dituliskan secara matematis (5, 650); (10, 825); (15, 950)

Dari tiga titik tersebut, dimasukkan ke persamaan polinom menjadi sebagai berikut :

$$a_0 + a_15 + a_25^2 = 650$$

$$a_0 + a_110 + a_210^2 = 825$$

$$a_0 + a_115 + a_215^2 = 950$$

Selanjutnya di olah menggunakan Operasi baris elementer untuk mendapatkan nilai dari a_0, a_1, a_2 .

$$a_0 + a_15 + a_225 = 650$$

$$a_0 + a_1 10 + a_2 100 = 825$$

$$a_0 + a_1 15 + a_2 225 = 950$$

Langkah 1, Rubah persamaan menjadi bentuk matriks, menjadi

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 & 25 & 650 \\ 1 & 10 & 100 & 825 \\ 1 & 15 & 225 & 950 \end{bmatrix} \begin{array}{l} B2 - B1 \\ B3 - B1 \end{array}$$

Langkah 2. Operasikan baris kedua dan ketiga mengikuti baris pertama

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 & 25 & 650 \\ 0 & 5 & 75 & 175 \\ 0 & 10 & 200 & 300 \end{bmatrix} B2:5$$

Langkah 3. Operasikan baris kedua

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 & 25 & 650 \\ 0 & 1 & 15 & 35 \\ 0 & 10 & 200 & 300 \end{bmatrix} \begin{array}{l} B1 - 5B2 \\ B3 - 10B2 \end{array}$$

Langkah 4. Operasikan baris pertama dan ketiga

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -50 & 475 \\ 0 & 1 & 15 & 35 \\ 0 & 0 & 50 & -50 \end{bmatrix} B3:50$$

Langkah 5. Operasikan baris ketiga

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -50 & 475 \\ 0 & 1 & 15 & 35 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{array}{l} B1 - (-50) * B3 \\ B2 - 15 * B3 \end{array}$$

Langkah 6. Operasikan baris pertama dan kedua

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 425 \\ 0 & 1 & 0 & 50 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Dari langkah di atas, diperoleh bahwa $a_0 = 425$, $a_1 = 50$, dan $a_2 = -1$

Maka, persamaan polinom yang dihasilkan adalah

$$P(x) = 425 + 50x - x^2 \text{ (dalam satuan milligram)}$$

Sehingga jika bahan sampah yang digunakan adalah 20 kg, maka biogas yang diperoleh adalah $P(x) = 425 + 50 \times 20 - 20^2 = 1.025$ miligram

4. SIMPULAN

Mekanisme pembuatan biogas dengan proses *anaerobic digestion* dengan bahan baku limbah sayur dengan pada roaktor digester dengan kapasitas 20 liter. Bahan baku limbah sayur dicampurkan dengan Komposisi masing-masing bahan baku sayur 5kg, 10kg, 15kg bioaktifa EM4 500 ml dan 5 liter air). Bahan baku yang

sudah dicampurkan selanjutnya dimasukkan ke dalam digester. Lamanya waktu fermentasi selama 7 hari hingga di dapatkan data penelitian mengenai hasil biogas. Untuk massa sayur 5 kg; 10 kg; 15 kg, berturut-turut diperoleh massa biogas 650 miligram, 825 miligram, dan 950 miligram. Setelah dilakukan perhitungan matematis menggunakan rumus interpolasi kuadratik, diperoleh persamaan produksi biogas $P(x) = 425 + 50x - x^2$ (dalam satuan milligram).

5. Daftar Pustaka

- [1] E. Pranita, "Masalah Sampah Indonesia Ancam Target Nol Emisi, Kok Bisa?," 29 10 2021. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/sains/read/2021/10/29/130000623/masalah-sampah-indonesia-ancam-target-nol-emisi-kok-bisa-?page=all>.
- [2] S. Widodo and N. A. Firdaus, "Studi Timbulan Dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Kota Magelang," *Jurnal Georafflesia*, vol. 3, no. 2, pp. 74-80, 2018.
- [3] N. N. Nailufar, "Pemanfaatan Energi Biogas dalam Kehidupan Sehari-hari," [kompas.com](https://www.kompas.com), 29 April 2020. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/skola/read/2020/04/29/094026769/pemanfaatan-energi-biogas-dalam-kehidupan-sehari-hari?page=1>.
- [4] E. S. Siboro, E. Surya and N. Herlina, "PEMBUATAN PUPUK CAIR DAN BIOGAS DARI CAMPURAN LIMBAH SAYURAN," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 2, no. 3, 2013.
- [5] Halodoc, "Ketahui Nutrisi Sayuran Hijau yang Enggak Boleh Dilewatkan," 19 April 2018. [Online]. Available: <https://www.halodoc.com/artikel/ketahui-nutrisi-sayuran-hijau-yang-enggak-boleh-dilewatkan>.
- [6] H. A. Romadhon and P. Wesen, "PEMBUATAN BIOGAS DARI SAMPAH PASAR," *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [7] R. Munir, *Metode Numerik*, Bandung: Informatika, 2003.