

## PERBANDINGAN MODEL KINETIKA PEMBUATAN BIOGAS DARI JERAMI JAGUNG DENGAN CO-DIGESSTION LIMBAH MAKANAN

Gita Indah Budiarti<sup>1)</sup>, Lukhi Mulia Shitophyta<sup>2)</sup>, Dika Fajariyanto<sup>3)</sup>,  
Yusuf Eko Nugroho<sup>4)</sup>

<sup>1</sup> Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta  
Email : [gita.indah@che.uad.ac.id](mailto:gita.indah@che.uad.ac.id)

<sup>2</sup> Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta  
Email : [lukhi.mulia@che.uad.ac.id](mailto:lukhi.mulia@che.uad.ac.id)

<sup>3</sup> Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

<sup>4</sup> Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

### Abstrak

Bahan bakar minyak memiliki dampak negatif terhadap lingkungan yaitu meningkatkan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Oleh karena itu, perlu mencari sumber energi alternatif untuk menurunkan ketergantungan bahan bakar minyak dan memasok energi konsumsi domestik. Salah satu sumber energi terbarukan yang paling menjanjikan adalah biogas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan model kinetik untuk produksi biogas dari jerami jagung dengan limbah makanan sebagai *co-digestion* menggunakan persamaan linear dan eksponensial. Penelitian ini dilakukan pada variasi rasio F/I 2,3,4 dengan komposisi limbah makanan 10%. Kecepatan pembuatan biogas tertinggi diperoleh pada F/I 2. Model eksponensial memiliki nilai korelasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan model linier pada periode naik. Namun, model linier memiliki nilai korelasi yang lebih tinggi dibandingkan eksponensial pada periode menurun.

**Kata kunci:** *anaerobic digestion*, biogas, jerami jagung, model kinetika,

### Abstract

Fuel oil has negative impact on the environment that is increasing carbon dioxide emissions (CO<sub>2</sub>). Therefore, it is necessary to find alternative energy sources to reduce the dependence of fuel oil and to supply domestic consumption energy. One of the most promising renewable energy sources is biogas. The purpose of this study was to compare the kinetic model for biogas production from corn straw with food waste as *co-digestion* using linear and exponential equations. This research was conducted on the variation of F/I ratio 2,3,4 with the composition of food waste 10%. The highest biogas production speed is obtained in F/I 2. The exponential model has a higher correlation value than the linear model in the ascending period. However, the linear model has a higher correlation value than exponentials in the descending period.

**Keywords:** *anaerobic digestion*, biogas, corn straw, kinetic models

### PENDAHULUAN

Konsumsi bahan bakar di Indonesia pada tahun 2017 meningkat sebesar 13,86% dan diperkirakan menjadi 75 juta kiloliter pada 2018 (Satrianegara, 2018).

Bahan bakar minyak memiliki dampak negatif terhadap lingkungan yaitu meningkatkan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) (Hagos, *et al.*, 2017). Oleh karena itu, perlu mencari sumber energi alternatif untuk menurunkan ketergantungan bahan bakar minyak dan memasok energi konsumsi domestik (Budiyono, *et al.*, 2018). Salah satu sumber energi terbarukan yang paling menjanjikan adalah biogas. Bahan baku biogas adalah sampah organik, limbah pertanian, sampah dapur (Shitophyta, *et al.*, 2017; Budiyono, *et al.*, 2018). *Anaerobic digestion* adalah teknologi untuk mengubah sampah organik menjadi biogas (Hagos, *et al.*, 2018). *Anaerobic digestion* adalah proses biologis tanpa adanya oksigen yang mendukung mikroorganisme untuk mendegradasi senyawa organik kompleks menjadi metana (50-80%) dan karbon dioksida (30-50%) (Grando, *et al.*, 2017). Tahapan proses *anaerobic digestion* adalah hidrolisis, asidogenesis, acetogenesis dan metanogenesis (Hagos, *et al.*, 2017). Tingkat produksi biogas tergantung pada rasio bahan baku dan inokulum (F/I), suhu, pH, rasio karbon terhadap nitrogen (C/N), padatan total (TS), cairan volatil (Shitophyta, *et al.*, 2017; Sagagi, *et al.*, 2009). Ketika reaksi terjadi dalam skala besar digester, rasio F/I menjadi penting. Jumlah bahan baku *volatile solid* yang ditambahkan per jumlah inokulum *volatile suspended solids* dalam reaktor dinyatakan dalam F/I. Penelitian tentang pengaruh rasio F/I terhadap hasil biogas dari limbah buah dan sayuran telah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa rasio F/I secara signifikan mempengaruhi tingkat produksi biogas (Liu, *et al.*, 2009). Penelitian ini berfokus pada laju kinetik produksi biogas pada variasi rasio bahan baku/inokulum (F/I). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan model kinetik untuk produksi biogas dari jerami jagung dengan limbah makanan sebagai *co-digestion* menggunakan persamaan linear dan eksponensial.

## **METODE PENELITIAN**

### **Persiapan Bahan Baku dan Inokulum**

Jerami jagung sebagai bahan baku dikeringkan. Setelah dikeringkan, jerami jagung dipotong 2-3 cm dan disimpan dalam suhu kamar. Inokulum yang berupa rumen sapi digunakan dalam keadaan segar. Limbah makanan digiling dengan ukuran  $\pm 1-2$  mm.

### **Pembuatan Biogas**

Penelitian ini menggunakan digester volume 1,5 l. Jerami jagung dan inokulum dimasukkan ke dalam digester dengan rasio F/I 2,3,4 dengan persentase

limbah makanan 10%. pH awal 7. Percobaan dilakukan dengan pH awal 7 dan temperatur kamar. Volume biogas diukur setiap hari menggunakan metode *water displacement*. Metode tersebut diulang sebanyak tiga kali. Perhitungan volume biogas menggunakan Persamaan 1.

$$V_S = V_A \times F_P \times F_T \quad (1)$$

di mana,  $V_S$ : volume pada keadaan tekanan dan suhu standar

$V_A$ : volume aktual

$F_P$ : faktor tekanan

$F_T$ : faktor temperatur

### Kinetika Pembuatan Biogas

Kecepatan pembuatan biogas disimulasikan menggunakan persamaan linier dan eksponensial. Pada persamaan linier, kecepatan pembuatan biogas meningkat secara linier selama waktu *digestion*. Kemudian mencapai puncak tertentu lalu turun secara linier sampai nol. Persamaan linier ditunjukkan pada Persamaan 2 (Ghatak dan Mahanta, 2014).

$$y = a + bt, \quad (2)$$

di mana  $y$ : kecepatan pembuatan biogas (mL/g/ hari)

$a$ : intersept

$b$ : slope

$t$ : waktu pembuatan biogas (hari)

Jika di periode naik,  $b$  positif, sementara jika periode turun  $b$  negatif.

Persamaan eksponensial diasumsikan jika kecepatan pembuatan biogas meningkat secara eksponensial terhadap waktu dan setelah mencapai puncak tertentu kecepatan akan turun sampai titik nol. Persamaan eksponensial ditunjukkan pada Persamaan 3 (Lo, *et al.*, 2010).

$$y = a + b \exp(ct) \quad (3)$$

di mana,  $y$ : kecepatan pembuatan biogas (mL/ g/ hari)

$a$ : konstanta

$b$ : konstanta

$c$ : konstanta

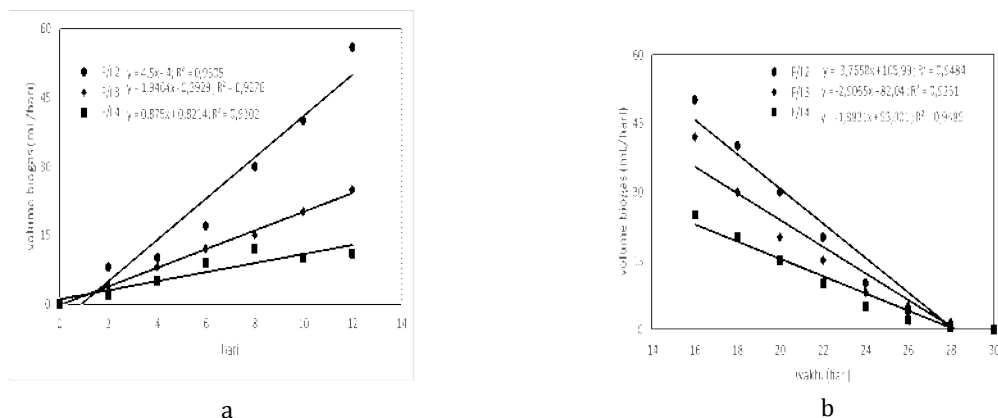
$t$ : waktu pembuatan biogas (hari)

Jika di periode naik,  $c$  positif, sementara jika periode turun  $c$  negatif.

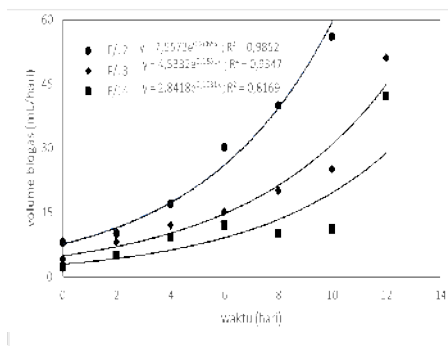
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada variasi rasio F/I 2,3, dan 4. Tinjauan kinetika disajikan menjadi dua bagian berdasarkan periode kecepatan reaksi yaitu periode naik dan periode turun. Model kinetika pembuatan biogas yang digunakan yaitu model linier dan eksponensial (Gambar 1 dan 2). Gambar 1 (a) dan (b) menunjukkan periode kecepatan reaksi model linier untuk rasio F/I 2, 3 dan 4. Gambar 1 (a) menunjukkan koefisien regresi linier ( $R^2$ ) adalah 0,91 sampai 0,95, sedangkan untuk periode menurun Gambar 1(b)  $R^2$  yang diperoleh 0,93 sampai 0,95. Pada gambar 2(a)  $R^2$  yang diperoleh antara 0,82-0,96 untuk periode naik. Hasil yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan model linier. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ghatak dan Mahanta (2014) dan Lo, *et al.* (2010) yang mengatakan bahwa model eksponensial memiliki nilai koefisien regresi ( $R^2$ ) lebih tinggi dibandingkan model linier. Namun, hal yang sebaliknya terjadi pada periode menurun (Gambar 2b), nilai  $R^2$  model eksponensial lebih kecil dibandingkan linier sekitar 0,76-0,83.

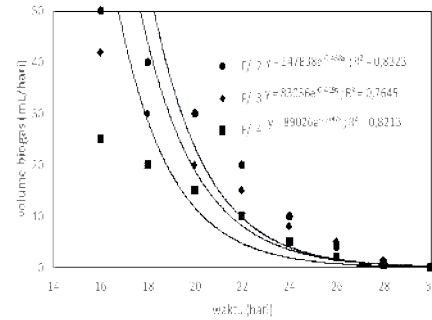
Pada periode naik,  $R^2$  yang lebih dari 0,9 untuk model linier diperoleh saat F/I 2,3 dan 4. Nilai  $R^2$  tertinggi untuk model linier diperoleh pada F/I 2 dengan  $R^2$  sebesar 0,95. Hal yang sama terjadi pada periode menurun,  $R^2$  yang diperoleh lebih dari 0,9 pada F/I 2,3 dan 4. Untuk model eksponensial, periode naik  $R^2$  lebih dari 0,9 diperoleh saat F/I 2 dan 3. Untuk periode menurun,  $R^2$  yang diperoleh kurang dari 0,9. Kecepatan pembuatan biogas tertinggi diperoleh pada F/I 2, untuk model linier maupun eksponensial periode naik maupun turun.



Gambar 1. Grafik Linier Kecepatan Pembuatan Biogas (a) Periode naik (b) Periode Turun



a



b

Gambar 2. Grafik Eksponensial Kecepatan Pembuatan Biogas (a) dan Periode naik (b) Periode Turun

## KESIMPULAN

Rasio bahan baku dan inokulum (F/I) berpengaruh pada kecepatan reaksi pembuatan biogas. Kecepatan pembuatan biogas tertinggi diperoleh pada F/I 2 dengan nilai korelasi lebih dari 0,9. Model eksponensial memiliki nilai korelasi lebih tinggi dibanding dengan model linier pada periode naik dengan nilai korelasi 0,99. Namun, model linier memiliki nilai korelasi lebih tinggi dibanding eksponensial pada periode menurun sebesar 0,95.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada DRPM Dikti atas bantuan hibah dana penelitian dosen pemula yang sudah diberikan.

## REFERENSI

- Budiyono, M.F., Amalin N., Hawali, A.M.H., and Sumardiono, S. (2018). Production of Biogas from Organic Fruit Waste in Anaerobic Digester using Ruminant as The Inoculum. *MATEC Web of Conferences*, 156, 03053 (2018).1-5.
- Hagos, K., Zong, J., Li, D., Liu, C., Lu, X. (2017). *Anaerobic Co-Digestion Process For Biogas Production: Progress, Challenges and Perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 1485-1496, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.184>.
- Ghatak, M.D., Mahanta, P. (2014). Comparison of Kinetic Models for Biogas Production Rate from Saw Dust. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(7), 248-254.

- Grando, R.L., Antune, A.M.S., Foneseca, V., Sanchez, A., Barrena, R., Font, X. (2017). *Technology Overview of Biogas Production in Anaerobic Digestion Plants: A European Evaluation of Research and Development. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80. 44-53. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.079>.
- Liu, G., Zhang, R., El-Mashad, H., Dong, R. (2009). *Effect of Feed to Inoculum Ratios on Biogas Yields of Food and Green Wastes. Bioresource Technology*, 100(21), 5103-5108. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.03.081>.
- Lo, H.M., Kurniawan, T.A., Sillanpää, M.E.T., Pai, T.Y., Chiang, C.F., Chao, K.P. (2010). *Modeling Biogas Production from Organic Fraction of MSW Co-Digested with MSWI Ashes In Anaerobic Bioreactors. Bioresource Technology*, 101(16), 6329–6335. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.03.048>.
- Sagagi, B.S., Garba, B., Usman, N.S. (2009). *Studies on Biogas Production From Fruits And Vegetable Waste. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(1), 115 – 118.
- Satrianegara, R. (2018). *BPH Migas: Konsumsi BBM Tahun 2018 75 Juta Kiloliter [Online]*. Tersedia pada: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20180108145938-4-894/bph-migas-konsumsi-bbm-tahun-2018-75-juta-kiloliter> [6 Mei 2018].
- Shitophyta, L.M., Maryudi, B. (2017). Comparison of Kinetic Models for Biogas Production from Rice Straw. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 6(2), 107-111.