

# Pengaruh Variasi Total Solid Limbah Kulit Kakao Terhadap Volume Biogas Digester Termofilik

Zevana Prima Anggara Prathama, I Nyoman Suprpta Winaya, dan I Gusti Ngurah Putu Tenaya

*Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit Jimbaran Bali*

## Abstrak

*Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui volume biogas optimum dari variasi total solid limbah kulit kakao dan dapat memberi efek langsung terhadap pemanfaatan limbah hasil perkebunan di Indonesia terutama limbah hasil perkebunan kakao. Variasi total solid pada penelitian ini adalah tanpa TS, 5gram TS, 10gram TS, dan 15gram TS. Nilai volume biogas pada penelitian ini yang paling tinggi dihasilkan dari variasi 5gram TS. Pada variasi 5gram TS menghasilkan volume biogas sebesar 1.684,88 mL sedangkan pada variasi tanpa TS, 10gram TS, 15gram TS masing-masing menghasilkan volume biogas sebesar 749,41 ml, 1447,24 ml, dan 1151,28 ml.*

*Kata Kunci: Biogas, Limbah, Kulit Kakao, Total Solid, Volume*

## Abstract

*The main objective of this research is to find out the optimum biogas volume from the total solid variations of cocoa shell waste and can have a direct effect on the utilization of plantation waste products in Indonesia, especially cocoa plantation waste. The total solid variation in this study is without TS, 5gram TS, 10gram TS, and 15gram TS. The highest value of biogas volume in this study resulted from a variation of 5gram TS. In the 5gram TS variation, the volume of biogas produced 1,684.88 mL, while in the variation without TS, 10gram TS, 15gram TS each produced a biogas volume of 749.41 ml, 1447.24 ml, and 1151.28 ml.*

*Keywords: Biogas, Waste, Cocoa Shell, Total Solid, Volume*

## 1. Pendahuluan

Berdasarkan Data Badan Pusat Statistik produksi kakao Indonesia periode 2013-2016 menunjukkan tren kenaikan. Sempat menurun pada 2015, produksi kakao domestik pada 2016 kembali mencatat pertumbuhan 7 persen menjadi 656,8 ribu ton. Berdasarkan data dari Food and Agriculture Organization [1], produksi kakao Indonesia merupakan yang terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Pada 2016, produksi kakao Indonesia mencapai 656.817 ton dan ini merupakan yang tertinggi ketiga di dunia. Hal ini tentu berdampak pada semakin banyaknya limbah kakao yang ada di Indonesia karena semakin pesatnya pertumbuhan produksi kakao di Indonesia. Permasalahan ini dapat dijadikan peluang untuk dimanfaatkan, salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah kulit kakao menjadi bahan baku pembuatan biogas.

Teknologi biogas merupakan salah satu teknik dalam mengolah limbah kulit kakao untuk menghasilkan energi biogas. Limbah kulit kakao dapat diolah menjadi bioethanol dengan cara fermentasi, karena mengandung Selulosa 42%, Hemiselulosa 35%, Lignin 9,5%. Jika biogas diolah dengan tepat, potensinya dapat menggantikan gas alam [2].

Biogas merupakan *new renewable energy resources* yang ramah lingkungan. Biogas

dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerobic. Gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) adalah kandungan utama biogas. Limbah-limbah bahan organik yang dapat dimanfaatkan dalam bahan pembuat biogas dapat berupa limbah restoran, limbah rumah tangga, limbah sayur, limbah buah dan kotoran ternak. Pemanfaatan biogas di Indonesia, khususnya di Bali masih dilakukan dengan skala kecil dan hanya memanfaatkan limbah peternakan seperti kotoran sapi dan kotoran babi sebagai bahan baku dalam pembuatan biogas [3]. Penambahan limbah kulit kakao dan kulit durian sebagai co-substrat dalam produksi biogas dapat meningkatkan hasil dari produksi gas metana yang dihasilkan [4]. Dalam pembentukannya biogas memiliki beberapa komponen dalam pembuatan biogas terdiri dari beberapa komponen yaitu total solid (TS), air dan inokulum. Ketiga komponen memiliki peranan masing-masing dalam pembentukan biogas sebagai bahan baku pembentuk biogas, sebagai bahan campuran pelarut substrat dan sebagai starter (mempercepat proses fermentasi).

Saat ini perkembangan dalam pembuatan biogas sudah sangat berkembang terkait dengan digester dengan parameter total solid (TS), temperatur, selang waktu pengadukan dan teknik pengadukan. Total dari zat padat terlarut

dan zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik disebut Total Solid (TS). Produksi biogas yang dihasilkan dari digester kondisi termofilik (38-70°C) lebih tinggi dibandingkan produksi biogas pada kondisi mesofilik (30-38°C) dan tanpa pemanasan [5]. Perbandingan campuran total solid menjadi parameter penting dalam produksi gas yang dihasilkan pada digester, pencampuran total solid dengan inokulum kotoran sapi yang tepat bertujuan untuk mendapatkan produksi gas yang maksimal [6].

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini, yaitu untuk mengetahui variasi campuran yang optimum dalam menghasilkan volume biogas. Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah, bagaimana pengaruh variasi total solid terhadap volume biogas yang dihasilkan. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dari permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan pembatasan antara lain:

- Bahan baku biogas yang digunakan adalah limbah kulit kakao dan inokulum kotoran sapi.
- Botol yang digunakan sebagai digester memiliki volume 1000 mL
- Temperatur digester yang digunakan konstan 45°C.
- pH dikondisikan 6,6-7,5
- Jangka waktu pengadukan dilakukan setiap 8 jam dengan waktu pengadukan selama 1 menit.
- Tekanan dan temperature lingkungan dianggap konstan selama penelitian.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Karakteristik Limbah Kulit Kakao

Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menjadi andalan di Indonesia sehingga keberadaan tanaman kakao ini di Indonesia cukup melimpah jumlahnya. Menurut data dari Badan Pusat Statistik jumlah produksi buah kakao di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 700.000 ton. Sedangkan di Provinsi Bali jumlah produksi buah kakao pada tahun 2017 mencapai 4.962 ton [7].

Buah kakao terdiri atas 73% kulit buah kakao atau pod kakao dan 27% isi buah yang terdiri dari kulit biji dan plasenta. Limbah utama yang dihasilkan tanaman kakao merupakan kulitnya. Keberadaan limbah kulit kakao ini cukup melimpah mengingat belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Selama ini pemanfaatan kulit buah kakao dilakukan hanya sebagai pakan ternak [8].

Kulit kakao tersusun dari berbagai komponen organik seperti selulosa 42%, hemiselulosa 35%, dan lignin 9,5%. Dengan cukup tingginya kandungan selulosa dan hemiselulosa yang terkandung dalam kulit kakao menjadikan limbah kulit kakao sangat potensial untuk dijadikan bahan baku biogas.

### 2.2 Biogas

Biogas adalah gas *flammable* yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik dengan bantuan bakteri anaerob. Bahan-bahan yang dapat terurai kembali ke tanah adalah bahan-bahan organik yang dimaksud, misalkan kotoran hewan, kotoran manusia, sampah, dan limbah domestik (rumah tangga). Metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan kandungan utama biogas.

### 2.3 Total Solid (TS)

*Total solid* (TS) merupakan jumlah persen nilai kering dari bahan baku yang digunakan sebagai bahan baku penghasil biogas. Penghitungan nilai dry matter bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan organik. TS dapat dihitung dengan cara memanaskan bahan baku dengan menggunakan alat furnace/oven untuk mendapatkan jumlah moisture dari bahan baku. Setelah didapatkan jumlah moisture dari bahan baku maka persentase TS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\%TS = 100\% - \% \text{moisture} \quad (1)$$

Setelah didapatkan persentase TS maka untuk menghitung jumlah massa substrat yang diperlukan untuk masing-masing digester dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Massa substrat} = \frac{\text{Massa akhir}}{\%TS} \text{ gram} \quad (2)$$

## 3 Metode penelitian

### 3.1 Alat

Alat yang digunakan antara lain:

- Botol kaca 1000 mL
- Pressure gauge
- Katup
- Sumbat botol
- Jarum suntik
- Timbangan digital
- Gelas ukur
- pH meter
- Gas container*
- Gas detector* CH<sub>4</sub>
- Thermostat digital
- Magnetic Stirrer*
- Timer listrik otomatis
- Termometer digital
- Gas nitrogen

- p. Corong
- q. *Proximate Analysis Elemental* TGA-701
- r. Oven listrik
- s. Cawan

### 3.2. Bahan

Bahan yang digunakan antara lain:

- a. Limbah kulit kakao
- b. Inokulum
- c. Air

### 3.3. Metode Uji

Sebelum penelitian dilaksanakan, sebelumnya penulis melakukan pengujian analisis proksimat dari limbah kulit kakao dengan menggunakan alat TGA 701 sesuai standar ASTM D7582 di Laboratorium Konversi Energi Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persentase dari kandungan moisture dari limbah kulit kakao. Nilai % moisture digunakan untuk menentukan nilai total solid dari bahan baku limbah kulit kakao. Berikut ini adalah hasil dari uji proksimat limbah kulit kakao.

**Tabel 1. Data hasil uji analisis proksimat**

Sampel	Metode	Massa Awal (g)	Moisture (%)	Volatile (%)	Ash (%)	Fixed Carbon (%)
Kulit Kakao	ASTM D7582	1.0	84	13.66	1.35	0.99

Total solid dapat cari dengan mengurangi kandungan berat air (moisture) yang didapatkan data melalui pengujian proximate, dengan asumsi berat bahan baku dianggap 100%. Dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} TS &= 100\% - \text{Moisture} \\ TS &= 100\% - 84\% \\ TS &= 16\% \end{aligned}$$

Untuk menentukan variasi jumlah bahan baku limbah kulit kakao pada setiap digester digunakan persamaan perbandingan variasi TS tiap digester dengan persentase TS yang telah didapat pada perhitungan nilai persentase TS limbah kulit kakao. Untuk variasi 5 gram TS, dapat ditentukan dengan persamaan :

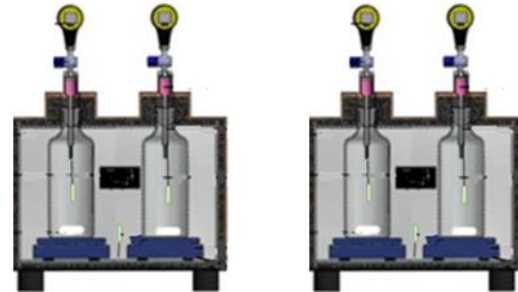
$$5 \text{ gram TS} = \frac{5 \text{ gram TS}}{16.13\%} = 32.25 \text{ gram}$$

Dengan cara yang sama dapat ditentukan variasi jumlah bahan baku limbah kulit kakao yang diperlukan pada setiap digester. Data hasil perhitungan variasi jumlah bahan baku limbah kulit kakao diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2. Data massa substrat tiap digester**

Digester	TS (g) / TS%	Substrat (g)
Digester I (Tanpa total solid)	0/16	0
Digester II (5 gram total solid)	5/16	31.25
Digester III (10 gram total solid)	10/16	62.50
Digester IV (15 gram total solid)	15/16	93.75

Berikut adalah gambar digester yang digunakan sebagai penelitian.

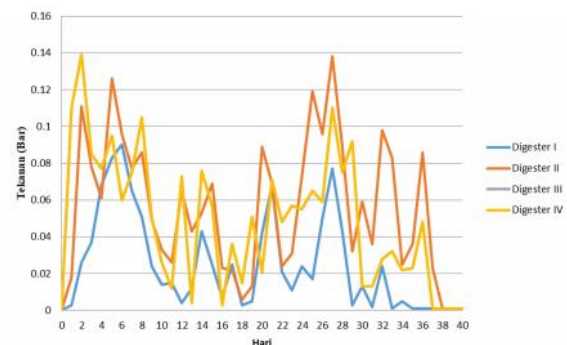


**Gambar 1. Digester penelitian**

Penelitian ini penulis lakukan selama 40 hari. Data yang dicatat penulis selama penelitian adalah tekanan. Kemudian data diolah menjadi akumulasi tekanan biogas dan akumulasi volume biogas.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Tekanan Harian Biogas



**Gambar 2. Grafik tekanan harian biogas**

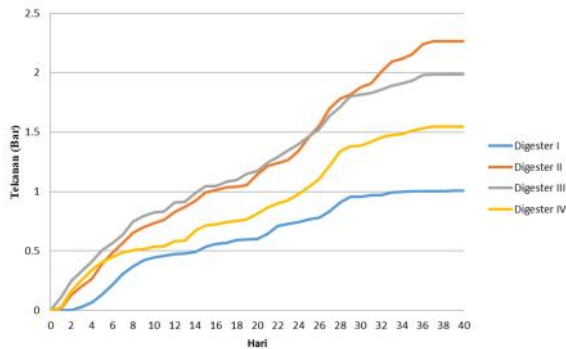
Pada gambar 2. dapat dilihat bahwa tekanan yang dihasilkan biogas setiap harinya naik turun dan tidak konstan, hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari penambahan total solid.

Pada gambar 2. dapat dilihat bahwa pada awal penelitian digester IV menghasilkan tekanan yang paling tinggi dibanding digester lainnya. Namun di tengah-tengah penelitian digester IV mengalami penurunan tekanan karena endapan yang dihasilkan dari banyaknya massa TS yang dicampurkan ke dalam digester IV. Sedangkan pada digester II terus menghasilkan tekanan yang tinggi sampai akhir dikarenakan campuran massa TS yang tepat sehingga tidak terjadi endapan pada bagian dalam digester II. Pada digester I

menghasilkan tekanan yang cenderung rendah diakibatkan karena tanpa adanya penambahan massa TS. Dari hasil tekanan yang telah dicatat selama 40 hari penelitian dapat kita olah menjadi data akumulasi tekanan harian.

#### 4.2 Akumulasi Tekanan Biogas

Berdasarkan data tekanan harian biogas didapatkan hasil akumulasi tekanan biogas pada setiap digester sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik akumulasi tekanan biogas

Dapat kita lihat pada Gambar 3. bahwa digester yang memiliki nilai akumulasi tekanan biogas paling tinggi yaitu sebesar 2,264 bar adalah digester II dengan variasi TS 5gram sedangkan digester yang memiliki nilai akumulasi tekanan biogas paling rendah yaitu sebesar 1,007 bar adalah digester I dengan variasi tanpa TS. Hal ini memperlihatkan bahwa penambahan TS sangat mempengaruhi tekanan yang dihasilkan oleh digester, dan komposisi campuran TS juga mempengaruhi tekanan yang dihasilkan digester, maka komposisi campuran TS haruslah tepat untuk mendapatkan hasil biogas yang optimum.

#### 4.5 Akumulasi Volume Biogas

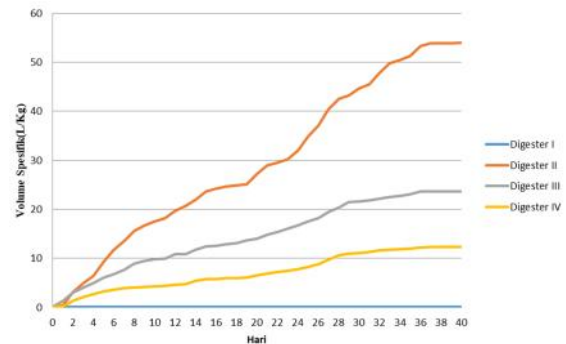
Berdasarkan data akumulasi tekanan biogas didapatkan hasil akumulasi volume biogas pada setiap digester dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$V_b = \frac{V_{pb} \times T_b \times P_b}{(T_s + 273) \times P_{atm}} \quad (3)$$

Hasil dari perhitungan akumulasi volume biogas selama 40 hari diperlihatkan dalam bentuk grafik.

Dapat kita lihat pada Gambar 4. bahwa digester yang memiliki nilai akumulasi volume biogas paling tinggi yaitu sebesar 1.684,88 mL adalah digester II dengan variasi TS 5gram sedangkan digester yang memiliki nilai akumulasi volume biogas paling rendah yaitu sebesar 749,41 mL adalah digester I dengan

variasi tanpa TS. Hal ini memperlihatkan bahwa penambahan TS sangat mempengaruhi tekanan yang dihasilkan oleh digester, dan komposisi campuran TS juga mempengaruhi tekanan yang dihasilkan digester, maka komposisi campuran TS haruslah tepat untuk mendapatkan hasil biogas yang optimum.



Gambar 4. Grafik akumulasi volume biogas

#### 5. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian, maka diperoleh kesimpulan bahwa variasi TS 5gram pada digester II memiliki nilai akumulasi volume biogas yang lebih tinggi dibandingkan variasi lain pada digester lainnya dengan nilai akumulasi volume biogas sebesar 1.684,88 mL.

#### Daftar Pustaka

- [1] FAO., 2016, *Data Statistik Produksi Kakao di Dunia*. 1–3.
- [2] Wahyuni, 2009, *Peternakan Sapi Perah Bangka Botanical Garden*. 19–26.
- [3] Winaya, I. N. S., 2009, *Pembangunan Digester Pada Kelompok Ternak Di Desa Kintamani Bangli Yang Mengalami Penurunan Produksi Biogas*.
- [4] Rizkita, A. M., 2014, *Processing of Vegetable Waste to Produce Economic Biogas*.
- [5] Wicaksono, B., 2017, *Pembuatan Biogas Dengan Substrat Limbah Kulit Buah Serta Limbah Cair Tahu dan Cosubstrat Kotoran Sapi Dengan Variabel Perbandingan Komposisi Slurry dan Penambahan EM4*.
- [6] Lin, Q., He, G., Rui, J., Fang, X., Tao, Y., Li, J., & Li, X., 2016, *Microorganism regulated mechanisms of temperature effects on the performance of anaerobic digestion*. Microbial Cell Factories.

- [7] BPS., 2017, *Produksi Kakao Menurut Provinsi di Indonesia 2013 – 2017*.
- [8] Ge, X., Matsumoto, T., Keith, L., & Li, Y., 2014, *Bioresource Technology Biogas energy production from tropical biomass wastes by anaerobic digestion*. *BIORESOURCETECHNOLOGY*, 169, pp.38–44.

	<p><b>Zevana Prima Anggara Prathama</b> menyelesaikan studi SMA di SMAN 5 Denpasar di tahun 2016, lalu melanjutkan pendidikan di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana di tahun 2016, dan lulus pada tahun 2020.</p>
<p>Topik-topik yang berkaitan dengan konversi energi, memanfaatkan limbah sebagai penghasil biogas adalah bidang penelitian yang diminati.</p>	