

Submitted : 2 Oktober 2017

Revised : 12 November 2017

Accepted : 2 Desember 2017

## PENGARUH PH UMPAN TERHADAP PRODUKSI BIOGAS DARI KIAMBANG

Iqbal Syaichurrozi<sup>1\*</sup>, Rusdi Rusdi<sup>1</sup>, Rafi Muhammad F.<sup>1</sup>, Muhammad Fakhri Basyir<sup>1</sup>,  
Suhirman<sup>1</sup>, Topik Hidayat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jenderal Sudirman KM.3, 42435, Cilegon, Banten-Indonesia

\*Email: [iqbalsyaichurrozi@gmail.com](mailto:iqbalsyaichurrozi@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pH umpan terhadap produksi biogas dari kiambang. Nilai pH umpan divariasikan 6, 7, dan 8. Proses fermentasi dijalankan menggunakan digester skala laboratorium (volume 600 mL) pada sistem batch dan suhu lingkungan selama 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH umpan 7 menghasilkan lebih banyak biogas daripada pH 6 dan 8. Total biogas yang dihasilkan pada pH 6, 7 dan 8 masing-masing adalah 29, 61, dan 94 mL.

**Kata Kunci:** Biogas, Kiambang, pH

### Abstract

*The purpose of this study was to investigate the effect of initial substrate pH on biogas production from *Salvinia molesta*. The initial pH was varied at 6, 7, 8. Fermentation process was conducted using lab-scale digester (volume 600 mL) operated at batch system and room temperature for 14 days. The results showed that initial pH of 7 produced more total biogas than initial pH of 6 and 8. Total biogas for initial pH of 6, 7, 8 was 29, 61, 94 mL.*

**Keywords:** Biogas, *Salvinia molesta*, pH

## 1. PENDAHULUAN

Kiambang (*Salvinia molesta*) merupakan salah satu gulma yang keberadaannya tidak diharapkan oleh petani sawah di Indonesia. Kiambang memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat dan kultivasi biomassa yang sangat singkat. Akibatnya, kiambang dapat menutupi seluruh permukaan air dalam waktu yang relatif pendek. Hal ini mengurangi efisiensi sistem irigasi dan mengurangi efektivitas pupuk untuk tanaman padi, sehingga produksi tanaman padi menurun atau hasil panen rendah. Pada umumnya masalah ini dialami oleh para petani di Indonesia, khususnya di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten.

Lebak merupakan kabupaten yang berada di selatan Provinsi Banten. Sebagian besar masyarakat Lebak memiliki profesi sebagai petani dengan luas total area sawah 43.097 Ha (430.970.000 m<sup>2</sup>) menurut data Bappeda tahun 2012. Sementara itu, luas rata-rata lahan pertanian sawah yang dikuasai

per rumah tangga adalah 2460 m<sup>2</sup>. Menurut Susan (2003), dalam 1 are (4047 m<sup>2</sup>) perairan dapat diperoleh 36 ton kiambang. Dapat disimpulkan bahwa total jumlah kiambang yang dapat dihasilkan dari seluruh pesawahan Lebak adalah 3.833.684,21 ton, sementara sawah per rumah tangga menghasilkan 21,88 ton. Menurut Soerjani *et al.* (1987) fase pertumbuhan kiambang terjadi selama 3 minggu, sehingga dapat disimpulkan dalam 3 minggu akan dihasilkan 21,88 ton kiambang per luas sawah milik per rumah tangga. Oleh karena itu dalam satu tahun akan diperoleh 350,08 ton per luas sawah milik per rumah tangga. Jumlah yang sangat besar.

Keberadaan kiambang merupakan salah satu hal yang serius bagi para petani. Selain pertumbuhannya yang sangat cepat, kiambang memiliki kemampuan bertahan hidup yang tinggi. Dalam menangani permasalahan kiambang, masyarakat hanya mengalirkan kiambang ke sungai, menumpuk sampai membusuk, membakar, dan menyemprot dengan obat

kimia. Cara tersebut kurang efektif dan efisien bahkan menambah permasalahan baru terhadap lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk memanfaatkan gulma pengganggu tanaman padi tersebut.

Kiambang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga kiambang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas. Biogas adalah hasil fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerobik (Hambali *et al.*, 2007). Komponen utama biogas adalah gas metana (50-75 %volume) dan sisanya karbon dioksida (25-48%volume) serta gas lain dalam jumlah kecil (Juanga *et al.*, 2007; Karellas, 2010). Beberapa peneliti telah melaporkan potensi biogas dari kiambang:

1. Abbasi dan Nipaney (1984) memproduksi biogas menggunakan digester komersil yang dioperasikan selama 40 hari pada temperatur lingkungan. Air ditambahkan ke dalam digester dengan perbandingan 1:7 (w/w). Sementara itu, pH umpan diatur  $6 \pm 0,2$ . Biogas yang dihasilkan sebanyak 6 L/kg.
2. O'Sullivan *et al.* (2010) memproduksi biogas dari campuran kiambang dan kotoran ternak pada skala *pilot-plant*. Inokulum diperoleh dari sludge digester anaerob. Sebanyak 30 kg kiambang, 2 kg kotoran ternak dan 3 L inokulum dimasukkan ke dalam digester. Digester anaerobik dioperasikan pada suhu 38 °C. pH substrat dijaga pada kisaran 7-8 menggunakan sodium bikarbonat. Biogas yang dihasilkan sebanyak 155 L/kg VS.
3. Mathew *et al.* (2014) memproduksi biogas dari kiambang dengan memanfaatkan kotoran sapi sebagai inokulum (perbandingan kotoran sapi:kiambang = 2:1 basis *volatile solids*). pH umpan tidak diatur. Digester anaerobik dioperasikan pada suhu  $37 \pm 2$  °C secara batch. Biogas yang dihasilkan sebanyak 221 L/kg VS.
4. Pratama *et al.* (2015) memproduksi biogas dari campuran kiambang dan limbah jeroan ikan gabus dengan kotoran sapi sebagai inokulum. Variasi yang dilakukan adalah komposisi substrat (kiambang:limbah jeroan ikan gabus) yaitu 1:2 (Reaktor A, C/N = 0,182) dan 2:1 (Reaktor B, C/N = 1,281). Digester dioperasikan pada temperatur lingkungan dan pH umpan tidak diatur (6,33-6,36). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Reaktor A menghasilkan biogas yang lebih banyak yaitu 7,017 L/kg bahan (metana 3,803 L/kg bahan).
5. Syaichurrozi (2018) memproduksi biogas dari campuran kiambang dan limbah jerami padi. Digester dioperasikan pada temperatur lingkungan dan pH umpan diatur ( $7.0 \pm 0.2$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran kiambang dan limbah cair tahu 40:60 (C/N=34,80) adalah variabel terbaik.

Berdasarkan informasi diatas, pengaruh variasi pH umpan belum pernah dikaji. Budiyo *et al.* (2013) dan Syaichurrozi *et al.* (2016) melaporkan bahwa kondisi pH umpan sangat berpengaruh terhadap waktu adaptasi bakteri sehingga berpengaruh pada produksi biogas. Oleh karena itu, penelitian ini menfokuskan pengaruh variasi pH umpan (6, 7, 8) terhadap produksi biogas dari kiambang.

## 2. BAHAN AND METODE PENELITIAN

### 2.1 Limbah dan Inokulum

Limbah yang digunakan adalah kiambang yang diperoleh dari pesawahan di daerah Lebak, Provinsi Banten, Indonesia. Kiambang dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kondisi kering. Sebelum digunakan untuk memproduksi biogas, kiambang yang sudah kering dipretreatment terlebih dahulu menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4% untuk menurunkan kadar lignin nya.

Cairan rumen sapi digunakan sebagai inokulum pada penelitian ini. Cairan rumen yang masih *fresh* diperoleh dari Rumah Pematangan Hewan (RPH) di Cilegon, Banten, Indonesia.

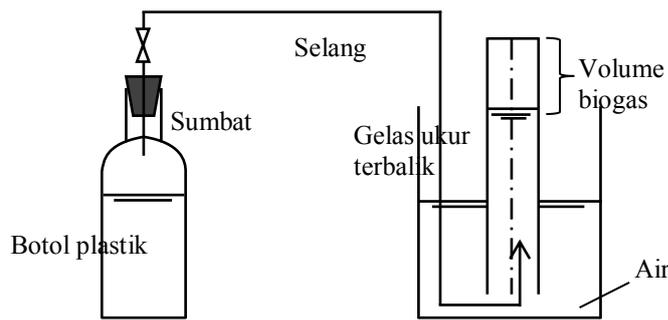
### 2.2 Experimental set up

Digester anaerobik dibuat pada skala laboratorium menggunakan botol plastik bervolume 600 mililiter. Botol ditutup menggunakan sumbat karet untuk menjaga kondisi tetap hampa udara. Digester dioperasikan pada sistem *batch* dan suhu kamar selama 14 hari. Biogas yang terbentuk diukur melalui *liquid displacement method*. Secara detail digester anaerobik skala laboratorium dapat dilihat pada Gambar 1.

### 2.3 Experimental Design

Sebelum dimasukkan ke dalam digester, kiambang yang sudah kering (dijemur di bawah sinar matahari) dihancurkan sampai ukuran 18 mesh. Kemudian 50 gram kiambang dipretreatment menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4% sebanyak 150 mL selama 2 hari. Kemudian disaring, dicuci dan dikeringkan. Kemudian dianalisa kandungannya dan didapatkan kandungan kiambang: total solid 85,81%; kadar air 14,19%; volatile solid 58,56 %TS; lemak kasar 1,49 %TS; protein kasar 9,19 %TS; karbohidrat kasar 47,88%TS. Kiambang inilah yang digunakan untuk penelitian.

Kiambang sebanyak 10 gr dimasukkan ke dalam digester. Air ditambahkan dengan perbandingan kiambang:air = 1:13(w/w). Selanjutnya pH substrat awal diatur menjadi 6, 7, dan 8 menggunakan NaOH 0,5 N. Rumen sapi ditambahkan sebagai inokulum pada tiap variabel sebanyak 25 mililiter.



**Gambar 1.** Digester Anaerobik Skala laboratorium

### 2.4 Experimental Procedures

Biogas yang terbentuk diukur setiap dua hari sekali untuk mengetahui produksi biogas harian. pH substrat selama fermentasi juga diukur menggunakan pH meter untuk mengetahui profil pH selama fermentasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

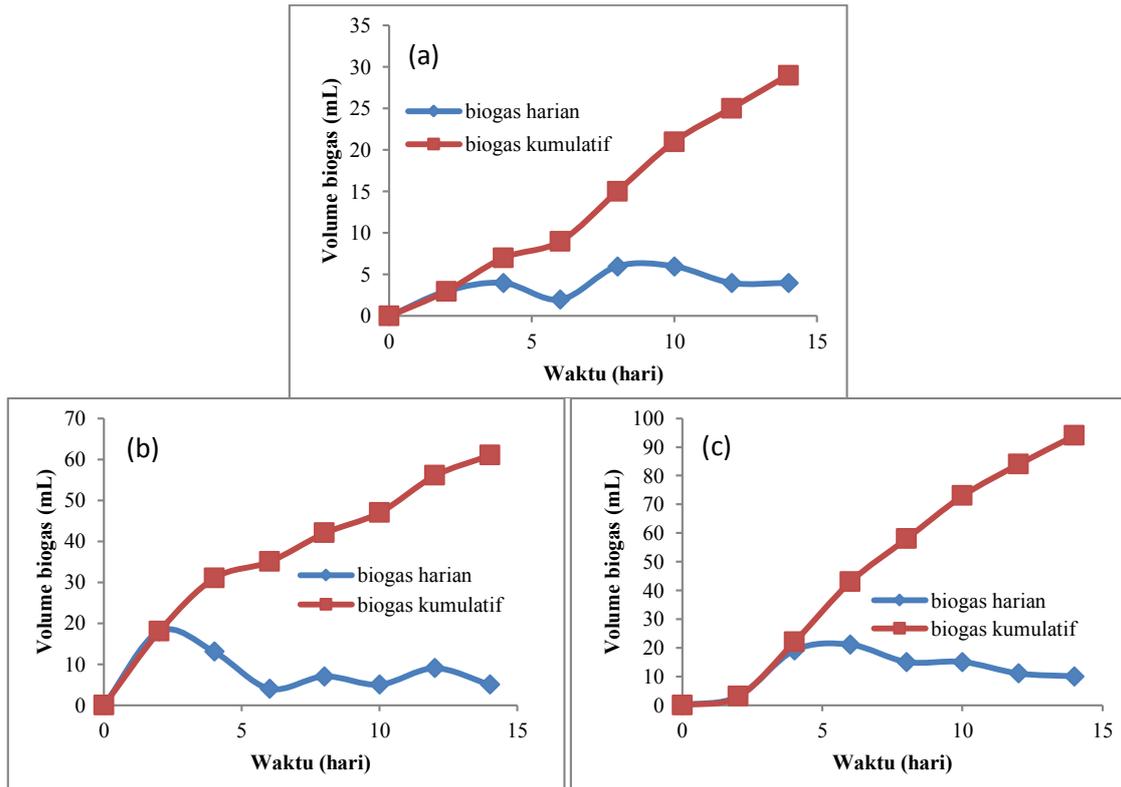
Tingkat keasaman (pH) merupakan parameter yang sangat penting karena mempengaruhi aktivitas bakteri dalam merombak bahan organik menjadi biogas. pH umpan divariasikan 6,0; 7,0; 8,0. Setelah dilakukan fermentasi selama 14 hari, substrat dengan kondisi pH 8,0 menghasilkan biogas lebih banyak dan mempunyai laju produksi lebih tinggi daripada pH 6,0 dan 7,0 (Gambar 2). Total produksi biogas pada pH umpan 6,0; 7,0; 8,0 masing-masing adalah 29, 61, 94 mL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan pH dari awal fermentasi hingga akhir fermentasi. Variabel pH umpan 6,0; 7,0; 8,0 mempunyai profil pH yang sama yaitu mengalami penurunan hingga akhir fermentasi (Gambar 3). Pada akhir fermentasi, pH akhir untuk masing-masing variabel pH umpan 6, 7, 8 adalah 5,3; 5,4; 6,1. Berdasarkan data tersebut, variabel pH umpan 8 memiliki rentang pH di atas 6 selama fermentasi, sementara variabel pH umpan 6 dan 7 memiliki pH dibawah 6 masing-masing mulai hari ke 2 dan ke 6.

Beberapa peneliti melaporkan bahwa perubahan kondisi pH sangat sensitif terhadap aktivitas bakteri selama proses fermentasi. pH netral pada rentang 6,9 – 7,3 (Metcalf dan Eddy, 2003); 6,4 – 7,6 (Anderson dan Yang, 1992); 6,5 – 8,2 (Speece, 1996) dapat menghasilkan biogas secara optimal. Penurunan pH disebabkan karena bakteri asam memproduksi asam asetat, gas hidrogen, karbon dioksida and VFAs (asam propionat dan asam butirat). Keadaan ini menghambat aktivitas bakteri khususnya bakteri pembentuk metana (Speece, 1996).

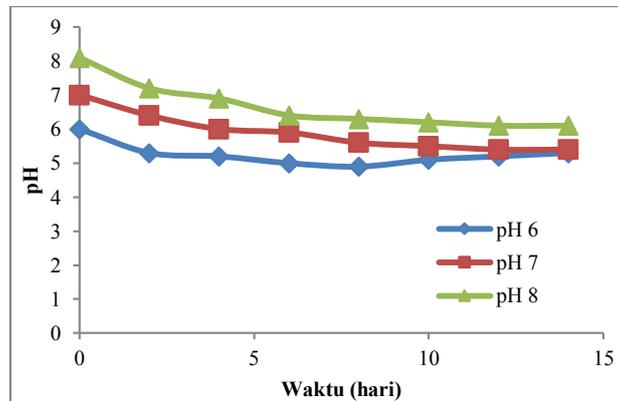
Deublein dan Steinhauser (2008) menjelaskan bahwa di dalam substrat terdapat dua kelompok asam organik yaitu asam organik tak terdisosiasi dan asam organik terdisosiasi. Keberadaan asam organik tak terdisosiasi dan asam organik terdisosiasi sangat dipengaruhi pH substrat (Gambar 4).

Dari gambar 4, semakin banyak jumlah asam organik tak terdisosiasi di dalam substrat disebabkan oleh pH yang semakin asam. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini, asam organik yang dominan di dalam substrat adalah golongan tak terdisosiasi karena pH substrat cenderung asam selama proses fermentasi (Gambar 3). Keberadaan asam organik yang tak terdisosiasi dapat menghambat proses metanisasi karena asam organik tersebut akan terpenetrasi ke dalam sel dan akan mendenaturasi sel protein bakteri (Deublein dan Steinhauser, 2008). Brannen dan Davidson (1993) menjelaskan mekanisme penghambatan aktivitas bakteri oleh asam organik (asam asetat, asam propionat, asam butirat) berhubungan dengan keseimbangan asam-basa. Keseimbangan asam-basa pada sel bakteri ditunjukkan dengan pH yang mendekati netral. Interaksi dengan asam-asam organik akan mengganggu keseimbangan asam-basa dan mengakibatkan kerusakan sel. Protein, asam nukleat dan fosfolipid pada bakteri dapat rusak oleh perubahan pH. Deublein dan Steinhauser (2008) menambahkan pada pH kurang dari 7, keberadaan asam asetat diatas 1000 mg/L juga dapat menghambat proses degradasi. Sementara asam iso-butirat atau iso-valerat dapat menghambat pada konsentrasi 50 mg/L. Sedangkan asam propionat pada konsentrasi 5 mg/L.

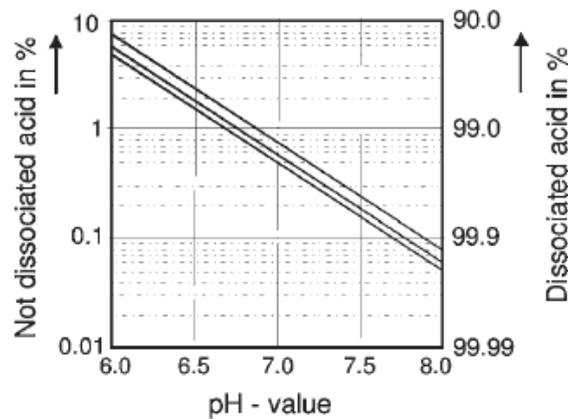
Oleh karena itu, pH umpan 8 adalah variabel terbaik untuk memproduksi biogas dari kiambang. Hal ini disebabkan karena total biogas yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan pH umpan 6 dan 7. Profil pH pada variabel pH umpan 8 selama proses fermentasi lebih mendekati rentang netral daripada pH umpan 6 dan 7.



Gambar 2. Produksi biogas harian dan kumulatif pada pH umpan (a) 6, (b) 7, (c) 8



Gambar 3. Profil pH substrat selama fermentasi pada berbagai pH umpan (6,7,8)



Gambar 4. Asam organik terdisosiasi dan tak terdisosiasi (Deublein dan Steinhauser, 2008)

#### 4. KESIMPULAN

Kondisi pH umpan sangat berpengaruh terhadap produksi biogas. Pada produksi biogas dari kiambang, pH umpan 7 menghasilkan biogas yang lebih tinggi daripada pH 6 dan 8. Total produksi biogas pada masing-masing variasi pH 6, 7, 8 adalah 29, 61, 94 mL. Profil pH substrat menunjukkan pola penurunan selama proses fermentasi dengan pH akhir masing-masing adalah 5,3; 5,4; 6,1.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi melalui Hibah Dosen Madya 2017 untuk dukungan finansial.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, S.A.; Nipaney, P.C., Generation of biogas from *Salvinia molesta* (Mitchell) on a commercial biogas digester, *Environmental Technology Letters* 1984, 5(1-11),75-80.
- Anderson, G.K.; Yang, G., Determination of bicarbonate and total volatile acid concentration in anaerobic digesters using a simple titration, *Water Environ. Res.*, 1992, 64,53-59.
- Brannen, A.L.; Davidson, P.M., *Antimicrobial In Foods* 2<sup>nd</sup> ed. New York: Marcel Dekker, 1993.
- Budiyono; Syaichurrozi, I.; Sumardiono S., Biogas production from bioethanol waste: the effect of pH and urea addition to biogas production rate, *Waste Technology*, 2013, 1(1),1-5.
- Deublein, D.; Steihauser, A., *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 2008.
- Hambali, E.; Musdalipah, S.; Halomoan, A.T.; Pattiwiri A.W.; Hendroko, R., *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Agromedia, 2007.
- Juanga, J.P.; Visvanathan, C.; Tränkler, J., Optimization of Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste in Combined Process and Sequential Staging, *J Waste Manage Res*, 2007, 25, 30-38.
- Karellas, S.B., Development of an investment decision tool for biogas production from agricultural waste, *Jurnal Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010, 14, 1273-1282.
- Mathew, A.K.; Bhui, I.; Banerjee, S.N.; Goswami, R.; Chakraborty, A.K.; Shome, A.; Balachandran, S.; Chaudhury, S., Biogas Production from Locally Available Aquatic Weeds of Santiniketan through Anaerobic Digestion. *Clean Techn. Environ. Policy*, 2014, DOI: 10.1007/s10098-014-0877-6
- Metcalf, Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*, 4<sup>th</sup> ed.. Singapore: McGraw-Hill, 2003.
- O'Sullivan, C.; Rounsefell, B.; Grinham, A.; Clarke, W.; Udy, J., *Anaerobic Digestion of Harvested Aquatic Weeds: Water Hyacinth (Eichhornia crassipes), Cabomba (Cabomba caroliniana) and Salvinia (Salvinia molesta)*, *Jounal Ecol Enggnering*, 2010, 36, 1459 - 1468.
- Pratama, D.L.; Hanggita, S.; Supriadi, A., Uji Potensi Produksi Biogas pada Campuran Kiambang (*Salvinia molesta*) dan Limbah Jeroan Ikan Gabus (*Channa striata*) Menggunakan Batch Anaerobic Digester, *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 2015, 4(2), 111-119.
- Soerjani, M.; Koestermans, A.J.G.H.; Tjitrosoepomo, G., *Weed of Rice in Indonesia*. Balai Pustaka. Jakarta, 1987.
- Speece, R.E., *Anaerobic Technology for Industrial Wastewaters*. USA:Archae Press, 1996.
- Susan, *Water Quality Education Specialist*, University of Nevada Cooperative ektention. Nevada Department of Agriculture, 2003.
- Syaichurrozi, I.; Rusdi, Hidayat, T.; Bustomi, A., Kinetics Studies Impact of Initial pH and Addition of Yeast *Saccharomyces cerevisiae* on Biogas Production from Tofu Wastewater in Indonesia, *IJE TRANSACTIONS B: Applications*, 2016, 29(8):1037-1046.
- Syaichurrozi, I., Biogas production from co-digestion *Salvinia molesta* and rice straw and kinetics, *Renewable Energy*, 2018, 115, 76-86.