



---

**PENGARUH PERLAKUAN PENDAHULUAN NaOH TERHADAP  
PRODUKSI BIOGAS DARI LIMBAH SEKAM PADI DENGAN  
METODE *SOLID STATE ANAEROBIC DIGESTION (SS-AD)***

Windy Surya Permana\*) Winardi Dwi Nugraha\*\*) Syafrudin\*\*)  
Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275  
email: windy.suryapermana@gmail.com

**Abstrak**

*Perlakuan pendahuluan bertujuan untuk membantu proses degradasi lignin yang terkandung pada sekam padi. Terdapat 3 macam perlakuan pendahuluan, yaitu fisik, kimia, dan biologi. Perlakuan pendahuluan basa dilakukan dengan menggunakan NaOH. Variasi yang digunakan adalah NaOH 3%, 6%, 9% dan 11%, lalu dengan lama waktu perendaman sebagai pembanding. Perlakuan pendahuluan basa dilakukan dengan merendam sekam selama 24 jam dan 48 jam dengan variasi basa. Penelitian dilakukan menggunakan metode Solid State Anaerobic Digestion (SS-AD) dengan 21% TS. Biogas yang dihasilkan diukur dengan menggunakan metode perpindahan air setiap dua hari sekali selama 60 hari. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh dari perlakuan pendahuluan basa terhadap hasil produksi yield biogas. Hasil Yield biogas yang dihasilkan dengan perlakuan pendahuluan NaOH selama 24 jam dengan kadar 3%, 6%, 9% dan 11% adalah 44,27 ml/gr.TS, 43,11 ml/gr.TS, 44,78 ml/gr.TS, dan 37,96 ml/gr.TS. Yield biogas yang dihasilkan dengan perlakuan pendahuluan NaOH selama 48 jam dengan kadar 3%, 6%, 9% dan 11% adalah 41,69 ml/gr.TS, 28,18 ml/gr.TS, 19,81 ml/gr.TS, dan 35,77 ml/gr.TS. Sedangkan hasil yield biogas tanpa pretreatment adalah 26,83 ml/gr.TS. Hasil yield biogas dengan pretreatment NaOH 24 jam lebih baik dibandingkan dengan hasil yield biogas dengan pretreatment NaOH 48 jam.*

**Kata kunci:** Biogas, Perlakuan Pendahuluan Basa, Sekam Padi, NaOH

**Abstract**

*[The Influence of NaOH Pretreatment to Biogas Production From Rice Husk Waste During Solid State Anaerobic Digestion (SS-AD)]. Pretreatment aimed to degradate lignin contained on rice husks. There were three kinds of pretreatments, such as physical, chemical, and biological. Pretreatment using NaOH alkaline conducted with the variation used is NaOH 3%, 6%, 9% and 11%. Introduction alkali pretreatment conducted with rice husks soak for 24 & 48 hours. The study was conducted using Solid State Anaerobic Digestion (SS-AD) with 21% solid concentrations. The biogas produced is measured with using water displacement method invocation once a day for 60 days. Research shows influences of pretreatment from bases on the Result The production of biogas. Yield biogas pretreatment NaOH for 24 hours the levels of 3%, 6%, 9% and 11% is 44.27; 43.11; 44.78; And 37.96 ml / gr.TS. Yield biogas pretreatment NaOH for 48 hours 41,69; 28,18; 19,82; dan 35,77 ml/gr.TS. While the yield of biogas without pretreatment is 26.19 ml / gr.TS. Results of biogas pretreatment with NaOH 24 hours Better than biogas yield results without pretreatment.*

**Keywords:** biogas production; pretreatment NaOH; rice husks; solid state anaerobic digestion.

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi makin lama makin meningkat. Peningkatan kebutuhan energi ini disebabkan oleh pertumbuhan penduduk yang sangat pesat dan peningkatan kesejahteraan umat manusia khususnya di negara berkembang (Karakashev et al., 2007). Energi merupakan salah satu permasalahan utama dunia. Kebutuhan energi di dunia hingga saat ini cenderung bergantung pada bahan bakar fosil. Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang menghadapi persoalan energi yang serius akibat ketergantungan yang sangat besar terhadap bahan bakar fosil (Apriyanti, 2011). Apabila tidak ada implementasi kebijakan baru kebutuhan energi primer meningkat sekitar 45% lebih tinggi dibandingkan tahun 2011. Di Indonesia minyak dan gas merupakan energi paling penting sebagai penunjang kehidupan (Budiyono dkk, 2012). Upaya pemerintah Indonesia dalam menghadapi isu energi ini adalah dengan menerbitkan UU No 5/2006 tentang penggunaan energi baru dan terbarukan.

Negara Indonesia merupakan Negara agraris dengan sektor pertanian yang besar. Salah satu sektor pertanian yang besar yaitu padi. Limbah pertanian merupakan biomassa yang mengandung lignoselulosa. Lignoselulosa terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin, ekstraktif, dan beberapa bahan anorganik. Selulosa, hemiselulosa, dan lignin adalah tiga komponen utamanya yang merupakan sumber penting untuk menghasilkan produk bermanfaat, seperti gula dari proses fermentasi, bahan kimia dan bahan

bakar cair (Hendriks dan Zeeman, 2009).

Biogas adalah gas yang dihasilkan secara mikrobiologi dari limbah organik (Khorshidi dan Arian, 2007). Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang mampu menyumbangkan andil dalam usaha memenuhi kebutuhan bahan bakar. Biogas sendiri merupakan gabungan dari gas metana  $CH_4$ , gas  $CO_2$ , dan gas lainnya (Suyitno dkk, 2012). Proses pembuatan biogas terdiri dari tiga tahap, yaitu hidrolisa, asidifikasi, dan metanogenesis (Wahyuni, 2013).

Sekam padi terdiri dari tiga jenis komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa dan hemiselulosa dapat dihidrolisis dengan monosakarida atau gula sederhana, lalu dapat difermentasi untuk biogas (Blanch et al., 2011). Namun, salah satu permasalahan dalam produksi biogas dari lignin adalah resistensi dari biomassa untuk biodegradasi atau hidrolisis (Agbor et al., 2011; Chandel dan Singh, 2011). Faktor kunci keberhasilan untuk produksi biogas adalah untuk meningkatkan efisiensi hidrolisis biomassa dengan meningkatkan aksesibilitas ezim melalui metode *pretreatment* (Chandel and Singh, 2011; da Costa et al., 2009; Hendriks and Zeeman, 2009). *Pretreatment* menggunakan asam organik memiliki beberapa karakteristik yang diinginkan, yaitu hidrolisis efektif, produk degradasi kurang, dan menghasilkan lebih banyak gula (Kootstra et al., 2009b; Qin et al., 2012).

Perlakuan awal merupakan metode untuk mengurangi bahkan menghilangkan impuritas atau

senyawa yang tidak diinginkan pada bahan baku yang ingin dibuat menjadi produk. Pada proses pembuatan biogas dari jerami padi menggunakan perlakuan awal berupa delignifikasi (Lei *et al.*, 2010). *Pretreatment* kimia mengacu pada penggunaan bahan kimia, seperti asam, basa, dan cairan ionik untuk mengubah karakteristik fisik dan kimia biomassa lignoselulosa (Zheng *et al.*, 2014). Proses delignifikasi yang dilakukan secara kimiawi dengan pencampuran dan perendaman senyawa asam maupun basa dalam bahan baku sebelum proses fermentasi menjadi biogas sehingga bahan baku menjadi lebih lunak dan terjadi penurunan kadar lignin (Zhao *et al.*, 2009). Perlakuan awal akan mereduksi senyawa lignin dalam struktur lignoselulosa karena rusaknya matriks lignoselulosa (Sari *et al.*, 2014). Lignin adalah zat yang bersama-sama dengan selulosa terdapat dalam kayu. Lignin merupakan polimer dengan struktur aromatik yang terbentuk dari unit-unit penil propan yang berhubungan secara bersama oleh beberapa jenis ikatan yang berbeda. Lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman. Lebih dari 30% tanaman tersusun atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen (Kenneth, 1970).

Proses delignifikasi yang dilakukan dengan penambahan mikroba yang dapat mencerna lignin sehingga menurunkan kadar lignin yang ada pada bahan baku (Eun *et al.*, 2006). *Pretreatment* biologi

dinilai memiliki keuntungan dan kesederhanaan dalam investasi modal yang rendah sehingga lebih menarik (Mshandete *et al.*, 2008). Microbial consortium terdiri atas *Streptomyces sp.*, *Geobacillus sp.*, dan jamur *Trichoderma*. Fungsi mikroorganisme adalah melakukan delignifikasi, menurunkan derajat polimerisasi selulosa, dan hidrolisis hemiselulosa. Penambahan microbial consortium mempercepat degradasi selulosa, hemiselulosa, dan lignin menjadi senyawa yang dibutuhkan oleh mikroorganisme penghasil biogas sehingga produksi biogas meningkat (Zhang *et al.*, 2011).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Desember 2016 – Februari 2017 di Laboratorium Rekayasa Pengolahan Limbah, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

### Uji Kandungan TS Sekam Padi

Analisis Kandungan total padatan (total solid/TS) dengan metode standar APHA

- Cawan dikeringkan pada temperatur 103-105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dan disimpan pada desikator sampai cawan akan digunakan.
- Berat cawan ditimbang dan dicatat.
- Sample dimasukkan ke cawan sebanyak 25-50 g dan ditimbang, kemudian dikeringkan di dalam oven pada temperatur 103-105°C selama 1 jam.
- Sample yang telah dikeringkan kemudian didinginkan pada desikator dan ditimbang sampai beratnya berkurang 4% atau 50 mg.

$$\% \text{ total solids} = \frac{(A - B) \times 100}{C - B}$$

Keterangan:

A = berat sample yang telah dikeringkan

+ cawan (mg)

B = berat cawan (mg)

C = berat sample basah + cawan (mg)

#### Perlakuan Pendahuluan

- Alat dipersiapkan dan dirancang sesuai dengan variabel penelitian.
- Pengambilan limbah organik sekam padi (*biowaste*), kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap komposisi total padatan dan kadar air.
- Penambahan asam dilakukan dengan melakukan perhitungan kadar basa dikali dengan volume reaktor ditambahkan dengan setengah dari volume air rendaman sekam.
- Sekam dilakukan perendaman selama 24 jam dan 48 jam.
- Setelah dilakukan perendaman, sekam dinetralkan hingga sekam tidak lagi bersifat basa.
- Sekam dikeringkan dengan sinar matahari hingga kering.

**Tabel 1. Kebutuhan Bahan**

Variabel	Microbial Consortium 5% v/v (ml)	Volum e Air (ml)	Volum e Rume n (ml)	Sekam Padi (gr)
1	7,9	60,83	60,83	37
2	7,9	60,83	60,83	37
3	7,9	60,83	60,83	37
4	7,9	60,83	60,83	37
5	7,9	60,83	60,83	37
6	7,9	60,83	60,83	37
7	7,9	60,83	60,83	37

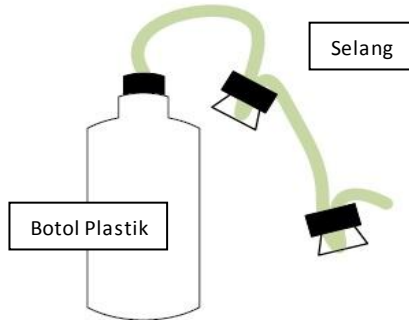
Variabel	Microbial Consortium 5% v/v (ml)	Volum e Air (ml)	Volum e Rume n (ml)	Sekam Padi (gr)
8	7,9	60,83	60,83	37
9	7,9	60,83	60,83	37
10	7,9	60,83	60,83	37
11	7,9	60,83	60,83	37
12	7,9	60,83	60,83	37
13	7,9	60,83	60,83	37
14	7,9	60,83	60,83	37
15	7,9	60,83	60,83	37
16	7,9	60,83	60,83	37
17	0	60,83	60,83	37
18	0	60,83	60,83	37

**Tabel 2. Kebutuhan Bahan Pretreatment**

Variabel	Waktu Pretreatment	NaOH			
		3%	6%	9%	11%
1	24	337			
2	24	337			
3	24		349		
4	24		349		
5	24			361	
6	24			361	
7	24				369
8	24				369
9	48	337			
10	48	337			
11	48		349		
12	48		349		
13	48			361	
14	48			361	
15	48				369
16	48				369
17	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-

### Operasional Penelitian

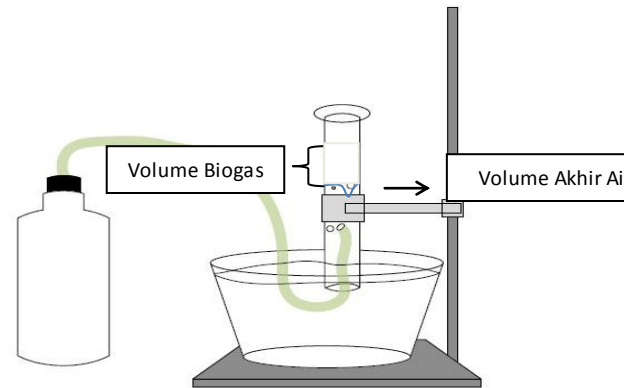
- Sekam padi yang telah dilakukan proses perlakuan pendahuluan asam dimasukkan ke dalam reaktor sesuai dengan Tabel 1
- Setelah itu sekam padi dicampur dengan air, enzim, urea, dan rumen sesuai dengan Tabel 1.
- Sampel yang telah siap dalam reaktor akan ditutup rapat agar kondisi anaerobik dan siap dioperasikan
- Tunggu hingga reaktor menghasilkan biogas.
- Pengukuran dilakukan setiap 2 hari sekali selama 60 hari.
- Untuk reaktor kontrol tidak dilakukan pretreatment kimia dan penambahan enzim.



Gambar 1. Desain Reaktor



Gambar 2. Kondisi Awal



Gambar 3. Kondisi Akhir

### HASIL DAN PEMBAHASAN Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Biologi Terhadap Produksi Biogas

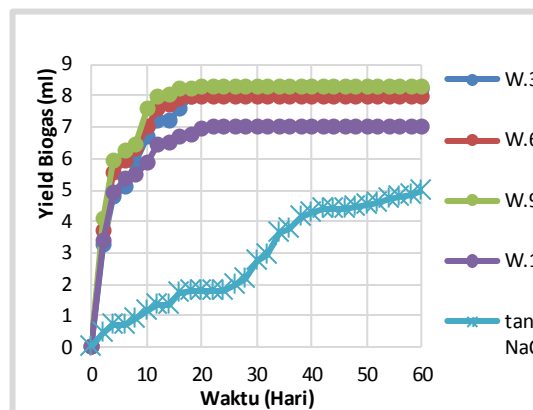
Proses ini dilakukan dengan cara merendam biomassa dalam larutan alkali pada kadar dan waktu yang telah ditentukan (Hidayat, 2013). Pada penelitian ini lama waktu perendaman biomassa adalah 24 jam dan 48 jam. Dengan lama waktu perendaman yang telah ditentukan, biomassa yang mendapat perlakuan pendahuluan memiliki variasi kadar 3%, 6%, 9%, dan 11%. Efektifitas metode ini juga tergantung kadar lignin pada biomassa (Tomas, 2011)

Pada penelitian ini menggunakan larutan NaOH yang terbukti efektif mendegradasi biomassa lignoselulosa. Pretreatment berbagai biomassa seperti jerami gandum, rumput, kayu NaOH juga mengurangi kadar lignin menjadi kurang dari 26% (Zhao *et al.*, 2008).

### Pengaruh Perlakuan Pendahuluan dengan NaOH 24 ja

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produksi biogas antara sekam padi yang diberikan

perlakuan awal dengan suasana asam dengan penambahan larutan NaOH dengan sekam padi yang tidak diberikan perlakuan awal. Selain itu penelitian ini juga membandingkan dua kadar NaOH yang berbeda untuk melihat kadar asam asetat yang lebih optimum dalam proses degradasi lignin. Digunakan kadar NaOH 3% dan 5% sebagai pembandingan kadar asam asetat.

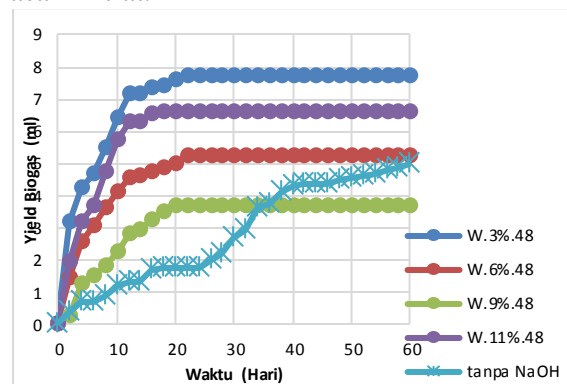


**Gambar 4.** Laju produksi *yield* biogas kumulatif per satuan TS dengan perlakuan pendahuluan NaOH 3%, 6%, 9%, dan 11%

Yield biogas harian kumulatif per satuan TS rasio konsentrasi TS 21% dengan perlakuan pendahuluan asam menggunakan asam asetat cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan rasio konsentrasi TS 21% tanpa perlakuan pendahuluan asam. Apabila kadar asam asetat 5% dan 3% dengan rasio konsentrasi TS 21% dibandingkan maka kadar 3% cenderung memiliki *yield* biogas lebih tinggi dibanding 5%. Total *yield* biogas kumulatif per satuan TS asam asetat 3%, asam asetat 5%, dan tanpa *pretreatment* masing-masing sebesar 45,86 ml ; 43,28 ml ; dan 29,51 ml.

#### Pengaruh Perlakuan Pendahuluan dengan NaOH 48 jam

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produksi biogas antara sekam padi yang diberikan perlakuan awal dengan suasana asam dengan penambahan larutan HNO<sub>3</sub> dengan sekam padi yang tidak diberikan perlakuan awal. Selain itu penelitian ini juga membandingkan dua kadar HNO<sub>3</sub> yang berbeda untuk melihat kadar asam nitrat yang lebih optimum dalam proses degradasi lignin. Digunakan kadar HNO<sub>3</sub> 3% dan 5% sebagai pembandingan kadar asam nitrat.



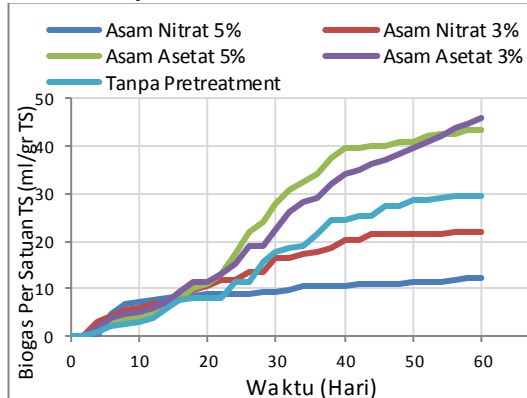
**Gambar 5.** Laju produksi *yield* biogas kumulatif per satuan TS dengan perlakuan pendahuluan NaOH 3%, 6%, 9%, dan 11%

Yield biogas harian kumulatif per satuan TS rasio konsentrasi TS 21% tanpa *pretreatment* cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan rasio konsentrasi TS 21% dengan perlakuan pendahuluan asam menggunakan asam nitrat. Apabila kadar asam asetat 5% dan 3% dengan rasio konsentrasi TS 21% dibandingkan maka kadar 3% cenderung memiliki *yield* biogas lebih tinggi dibanding 5%. Total *yield* biogas kumulatif per satuan TS asam asetat 3%, asam asetat 5%, dan tanpa *pretreatment* masing-masing sebesar 21,85 ml ; 12,14 ml ; dan 29,51 ml.

Proses netralisasi sekam setelah proses *pretreatment* asam merupakan suatu hal yang berpengaruh pada hasil yield biogas. Perlu adanya pencucian hingga beberapa kali, agar sekam padi dapat memiliki pH netral. Selain itu, kadar asam nitrat dianggap terlalu tinggi, sehingga dapat menyebabkan kematian bakteri.

### Perbandingan Perlakuan Basa Pada Produksi Biogas

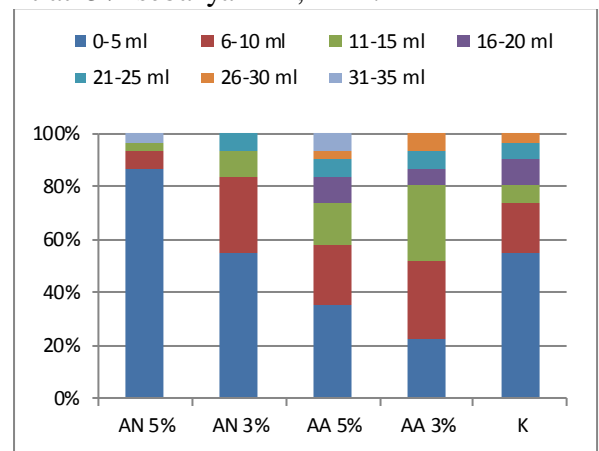
Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produksi biogas dari limbah sekam padi yang diberikan perlakuan pendahuluan awal dengan asam organik dan asam inorganik. Penambahan larutan asam organik dengan menambahkan asam asetat (NAOH) yang terdiri dari dua kadar yang berbeda, yaitu 3% dan 5%. Sedangkan untuk penambahan larutan asam inorganik dengan menambahkan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) yang terdiri dengan kadar yang sama dengan asam asetat (NAOH), yaitu 3% dan 5%.



**Gambar 6. Laju produksi yield biogas kumulatif per satuan TS dengan perlakuan pendahuluan asam nitrat, asam asetat, dan tanpa pretreatment**

Yield biogas harian kumulatif per satuan TS rasio konsentrasi TS 21% tanpa *pretreatment* berada diantara perlakuan pendahuluan

dengan asam nitrat dan asam asetat. Apabila kadar asam asetat 5% dan 3% dengan rasio konsentrasi TS 21% dibandingkan dengan kada NaOH 3%, 6%, 9%, dan 11%, maka asam asetat memiliki volume biogas yang lebih banyak. Total *yield* biogas kumulatif per satuan TS asam asetat 3% sebanyak 45,86 ml dan asam asetat 5% sebanyak 43,28. Sedangkan total yield biogas kumulatif per satuan TS asam nitrat 3% sebanyak 21,85 ml dan asam nitrat 5% sebanyak 12,14 ml.



**Gambar 7. Rentang Volume Biogas pada Pengukuran Harian Yield Biogas**

Pada penelitian Amnuaycheewa *et al* (2016) menyatakan bahwa lignoselulosa sangat sulit untuk proses enzimatik dan degradasi dengan mikorba karena komposisi struktur kimia dan struktur fisiknya yang menghambat proses hidrolisis. Agar mendapatkan hasil glukosa yang tinggi untuk produksi biogas, maka dilakukan proses pretreatment untuk meningkatkan efisiensi hidrolisis. Diketahui bahwa asam organik memiliki potensi yang baik untuk menghilangkan senyawa penghambat lignin dan struktur selulosa yang dimodifikasi agar menjadi lebih

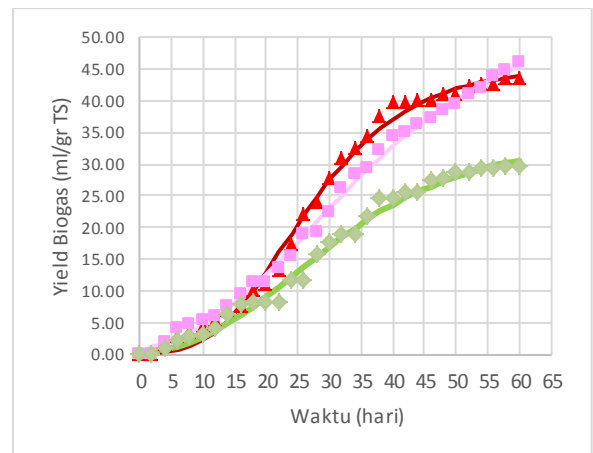
rentan terhadap degradasi enzim. Walaupun pretreatment menggunakan asam inorganik sangat efisien, namun tidak cocok untuk produksi metana karena terhambat produksi  $H_2S$  dan  $N_2$  dari proses reduksi sulfat dan nitrat (Hendriks dan Zeeman, 2009).

### Laju Produksi Biogas dari Limbah Sekam Padi dengan Metode *Solid State Anaerobic Digestion* (SS-AD)

Penelitian ini selain bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan asam, juga bertujuan untuk menentukan laju produksi biogas. Diketahui bahwa konstanta laju produksi biogas dinyatakan dengan  $(U)$  ( $ml/gr.TS.Hari$ ); produksi biogas maksimum dinyatakan dengan  $(A)$  ( $ml/gr.TS$ ); dan waktu minimum terbentuknya biogas dinyatakan dengan  $(\lambda)$  (hari). Data hasil pengukuran yang diperoleh kemudian diselesaikan secara numerik dengan regresi non linear menggunakan Polymath 6.0. *Software* Polymath 6.0 akan menunjukkan hasil analisis produksi *yield* biogas dari sekam padi dengan metode SS-AD.

**Tabel 3. Konstanta Kinetika pada Pengaruh NaOH terhadap Produksi Biogas**

Variabel	A (ml/gr TS)	U (ml/gr TS.Hari)	$\lambda$ (Hari)
NaOH 5%	45,533 8	1,5057	11,351 4
NaOH 3%	54,082 4	1,0593	8,3152
Tanpa Pretreatment	33,725 4	0,8121	8,9317



**Gambar 8. Hubungan antara data percobaan dengan hasil perhitungan pada penelitian pengaruh asam asetat terhadap produksi biogas**

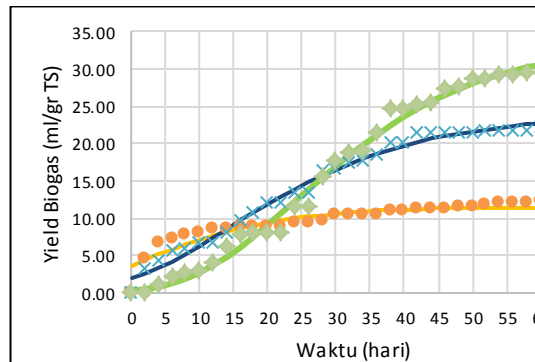
Terdapat pengaruh terhadap konstanta kinetika produksi biogas dari perlakuan pendahuluan asam menggunakan NaOH 3%, 6%, 9%, dan 11%. Konstanta kinetika biogas yang terbentuk dengan diberikannya perlakuan pendahuluan asam asetat 5% adalah sebagai berikut, produksi biogas harian ( $A$ ) sebanyak 45,5338 ( $ml/gr TS$ ); laju produksi biogas ( $U$ ) sebanyak 1,5057 ( $ml/gr TS.hari$ ); dan waktu minimum terbentuknya biogas ( $\lambda$ ) adalah 11,3514 hari. Sedangkan sekam padi yang diberikan perlakuan pendahuluan asam menggunakan asam asetat 3% menghasilkan konstanta kinetika biogas sebagai berikut, produksi biogas harian ( $A$ ) sebanyak 54,0824 ( $ml/gr TS$ ); laju produksi biogas ( $U$ ) sebanyak 1,0593 ( $ml/gr TS.hari$ ); dan waktu minimum terbentuknya biogas ( $\lambda$ ) adalah 8,3152hari.

**Tabel 5. Konstanta Kinetika pada Pengaruh  $HNO_3$  terhadap Produksi Biogas**

Variabel	A (ml/gr TS)	U (ml/gr TS.Hari)	$\lambda$ (Hari)
----------	--------------------	-------------------------	---------------------

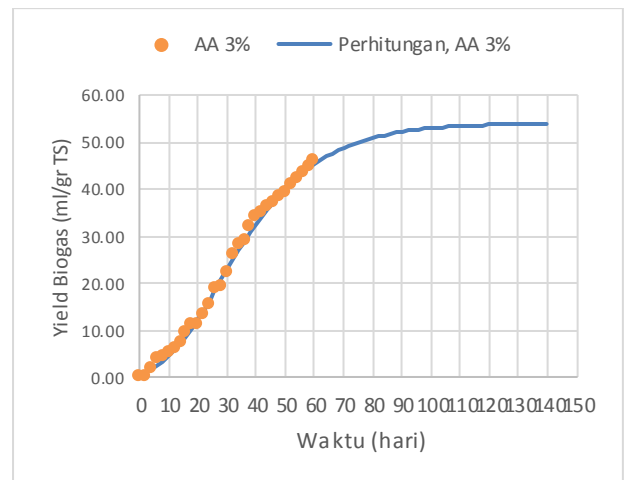


		i)	
HNO <sub>3</sub> 5%	10,799 6	0,6097	0,192 9
HNO <sub>3</sub> 3%	24,003 6	0,5759	1,308 0
Tanpa Pretreatme nt	33,725 4	0,8121	8,931 7



**Gambar 9. Hubungan antara data percobaan dengan hasil perhitungan pada penelitian pengaruh Asam Nitrat terhadap produksi biogas**

Terdapat pengaruh terhadap konstanta kinetika produksi biogas dari perlakuan pendahuluan asam menggunakan NaOH 3%, 6%, 9%, dan 11%. Konstanta kinetika biogas yang terbentuk dengan diberikannya perlakuan pendahuluan asam nitrat 5% adalah sebagai berikut, produksi biogas harian (A) sebanyak 10,7996 (ml/gr TS); laju produksi biogas (U) sebanyak 0,6097 (ml/gr TS.hari); dan waktu minimum terbentuknya biogas ( $\lambda$ ) adalah 0,1929 hari. Sedangkan sekam padi yang diberikan perlakuan pendahuluan asam menggunakan asam nitrat 3% menghasilkan konstanta kinetika biogas sebagai berikut, produksi biogas harian (A) sebanyak 24,0036 (ml/gr TS); laju produksi biogas (U) sebanyak 0,5759 (ml/gr TS.hari); dan waktu minimum terbentuknya biogas ( $\lambda$ ) adalah 1,3080 hari.



**Gambar 10. Data hasil perhitungan pada penelitian pengaruh perlakuan pendahuluan asam asetat 3% terhadap produksi biogas**

Dari data dengan dilakukannya perhitungannya menggunakan Polymath 6.0 dapat diketahui, *yield* biogas maksimum pada asam asetat 3% sebesar 53,95 ml/gr.TS dan dicapai pada hari ke-140. Data terakhir pengambilan *yield* biogas harian pada hari ke-60 sebesar 45,86 ml/gr.TS. Pada hari ke-102 produksi biogas harian hanya sebesar  $\pm 0,1$  ml/(grTS.hari) dan cenderung stabil hingga hari ke-140. Dari data dapat disimpulkan bahwa pada hari ke-102 pada dasarnya produksi biogas sudah berhenti. Hal ini dapat digunakan untuk merancang biodigester SS-AD dari sekam padi dengan perlakuan pendahuluan asam asetat secara kontinyu dengan waktu tinggal selama 110 hari.

Setelah dilakukan permodelan pada perlakuan pendahuluan, yaitu dengan menambahkan asam asetat 3%, didapatkan *yield* biogas sebesar 45,86 ml/gr.TS. Ketika terdapat limbah sekam padi sebanyak 1 ton, maka dapat menghasilkan biogas sebanyak 45.860.000 ml atau 45,860 m<sup>3</sup>. Jika dikonversi dalam bentuk

energi lain, didapatkan 1 m<sup>3</sup> biogas setara dengan 4,7 kWh jika dikonversi ke dalam energi listrik (Suriawiria, 2005). Maka dapat menghasilkan kapasitas listrik sebesar 215,54 kWh/hari, serta masih banyak lagi pemanfaatan yang dapat dilakukan seperti penggantian minyak tanah dan sumber tenaga penggerak mesin.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Perlakuan pendahuluan dengan penambahan NaOH pada produksi biogas dari limbah sekam padi dengan metode SS-AD (21% TS) menyebabkan peningkatan *yield* biogas secara nyata. Pada reaktor dengan menggunakan NaOH menghasilkan *yield* biogas lebih tinggi dibandingkan reaktor tanpa penambahan NaOH atau reaktor kontrol.
2. Perlakuan pendahuluan dengan variasi kadar NaOH 9% dengan lama waktu *pretreatment* 24 jam diperoleh total *yield* biogas tertinggi yaitu sebesar 44.787 ml/gr TS sampai pada hari ke-60, sedangkan reaktor dengan variasi

yang sama dengan lama waktu *pretreatment* 48 jam hanya diperoleh *yield* biogas sebesar 19.819 ml/gr TS. Sedangkan pada variabel tanpa perlakuan penambahan NaOH menghasilkan *yield* biogas lebih sedikit daripada reaktor dengan penambahan NaOH secara nyata. Reaktor tanpa penambahan NaOH hanya memperoleh total *yield* biogas sebesar 26.833 ml/grTS.

3. Sekam padi yang dilakukan perlakuan pendahuluan dengan NaOH memberikan konstanta kinetika produksi biogas yaitu konstanta laju produksi biogas (U), produksi biogas maksimum (A), dan waktu minimum terbentuknya biogas ( $\lambda$ ) masing-masing 6.1695 ml/(grTShari); 44.48522 (ml/grTS); dan 0.826276 hari. Sekam padi yang tidak dilakukan perlakuan pendahuluan menggunakan NaOH memberikan konstanta kinetika U, A, dan  $\lambda$  masing-masing 0.5671931 ml/(grTShari); 33.15136 ml/(grTS); dan 2.017668 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah M.A. Nurmi dan Jamin F.S. 2014. *Respon Pertumbuhan Dan Produksi Jagung Manis (Zea Mays Saccharata) Pada Berbagai Pemberian Bokashi Eceng Gondok Dan Phonska*. [kim.ung.ac.id/index.php/KIMFIIP/article/download/4667/4643](http://kim.ung.ac.id/index.php/KIMFIIP/article/download/4667/4643), akses tanggal 8 Oktober 2016.
- [2] Arts, R., 1996. *Nutrient resorption from senescing leaves of perennials: are there general patterns?* J. Ecol. 84, 597–608.
- [3] Astuti, N. 2013. *Potensi Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) Rawapening untuk Biogas dengan Variasi Campuran Kotoran Sapi (Tesis)*. Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro.
- [4] *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025*. 2006. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional*. Jakarta.
- [5] Budiyono., Putri, D, A., Saputro, R, R. 2012. *Biogas Production From Cow Manure*. International Journal

- Of Renewable Energy Development. 61-64
- [6] Fry, L. J. 1974. *Practical Building of Methane Power Plants for Rural Energy Independence*. California: Standard Printing Santa Barbara.
- [7] Kristanto B. A, Purbajanti E.D, dan Anwar S. 2003. *Pemanfaatan Enceng Gondok (Eichornia carssips) Sebagai Bahan Pupuk Cair*. <http://eprints.undip.ac.id/>, akses tanggal 8 Oktober 2016
- [8] Li, Y., Park, S.Y., Zhu, J. 2011a. *Solid-state anaerobic digestion for methane production from organic waste*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 821–826.
- [9] Maier, R. M. 2009. *Environmental Microbiology: Review of Basic Microbiological Concepts*. Academic Press.
- [10] Manzoni, .S., *et al.* 2010. *Stoichiometric controls on carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics in decomposing litter*. *Ecological Society of America*. 80 (1). 89-106.
- [11] National Academy of Science. 1976. *Making Aquatic Weeds Useful: Some Perspectives for Developing Countries*. National Academy of Science. Washington DC.
- [12] Nopharatana, A. Pullammanappallil, P. C. Clarke, W. P. 2007. *Kinetics and dynamic modelling of batch anaerobic digestion of municipal solid waste in stirred reactor*. *Waste Management*. 27. 595-603.
- [13] Priyanto. 2014. *Gas Alam Bakal Jadi Energi Utama Industri Nasional*. Retrieved 2015, from [kemenperin.go.id:](http://kemenperin.go.id/) <http://kemenperin.go.id/>, akses tanggal 8 Oktober 2016.
- [14] Radjaram, B., dan Saravane, R. 2011. *Assesment of optimum dilution ratio for biohydrogen production by anaerobic co-digestion of press mud with sewage and water*. *Bioresource Technology*, 102, 2773-2780.
- [15] Rochyati. 1988. *Peranan bahan organik dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan produktivitas tanah*. hlm. 161-180. Dalam Prosiding Lokakarya
- [16] Sittadewi, E.H. 2007. *Pengolahan Bahan Organik Eceng Gondok Menjadi Media Tumbuh Untuk Mendukung Pertanian Organik*. *J. Tek. Ling.* 8 (3). 229-234.
- [17] Taheruzzaman, Q., Kushari, D.P., 1989. *Evaluation of some common aquatic macrophytes cultivated in enriched water as possible source of protein and biogas*. *Hydrobiologia* 23, 207–212.
- [18] Teghammar, A., Forgacs, G., Sarvari Horvath, I., & Taherzadeh, M. J. 2013. *Techno-economic study of NMMO pretreatment and biogas production from forest residues*. *Applied Energy*, 116, 125–133.
- [19] Wahyuni, S. 2009. *Biogas -cet. 1*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [20] Wardini. 2008. *Analisis Kandungan Nutrisi pada Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) sebagai Bahan Pakan Alternatif bagi Ternak*. <http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&top=read&id=jbptitbpps-gdl> course 2001-r-631-sme. diakses tanggal 8 Oktober 2016.
- [21] Yang, L., Huang, Y., Zhao, M., Huang, Z., Miao, H., Xu, Z., & Ruan, W. 2015. *Enhancing biogas generation performance from food wastes by high solid thermophilic anaerobic digestion : Effect of pH adjusment*. *International Biodeterioration dan Biodegradation*, 153-159.