



## Kajian Pengaruh Pelumatan dan Penambahan Aktivator terhadap Produksi Biogas dari Sampah Sisa Makanan Restoran

Yuli Pratiwi<sup>1\*</sup>, Purnawan<sup>2</sup>, dan Angge Dhevi Warisaura<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan, FST, IST AKPRIND Yogyakarta,  
Jl. Bimasakti No.3 Pengok Yogyakarta 55222

\*E-mail: yuli\_pratiwi@akprind.ac.id

### Abstract

*This research to determine the effect of grinding and addition of activator on biogas production from restaurant foodwaste. Variations that were used in this study is grinded and not grinded. The second variations is by adding Green Phoskko® 0%, 0,1%, 0,25%, and 0,5%. Each variation is load 7 liters substrate. The study was conducted for 30 days. Parameters observed during the study are Chemical Oxygen Demand, pH, temperature, moisture content, Total Solid, Volatile Solid and volume of biogas in manometer. At the end of the study, biogas tested by Gas Chromatography to determine methane gas. The best reactor conditions on producing biogas is substrate with grinded materials and 0,25% of activator added. Materials that grinded has plenty volume of biogas and a fairly methane content. It was showed in the highest cumulative volume of biogas produced by the reactor B1 with a volume of 202.41 mL, methane content 42  $\mu$ L / 1mL and B3 with a volume of 171.666 mL, methane content 1,12  $\mu$ L / 1mL. Grinded material and addition of activator has effect but not significant on the biogas production. This occurs because of an imbalance of anaerobic processes caused by the rate of pH decrease. Using of Green Phoskko® as an activator is not enough to provide optimal results.*

**Keywords:** grinding, activator, foodwaste, biogas, methane

### Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya globalisasi dan gaya hidup masyarakat, berkembang pula usaha di bidang kuliner. Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kota Yogyakarta (2011) dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Yogyakarta tahun 2012-2016 melaporkan bahwa usaha restoran atau rumah makan di Kota Yogyakarta pada tahun 2010 sejumlah 403 usaha, lebih banyak dari usaha lain sejenis yaitu jasa boga sejumlah 75 usaha. Berkembangnya usaha rumah makan secara signifikan memberikan dampak bertambahnya timbulan sampah. Berdasarkan survei di Rumah Makan Giwangan, Jalan Pramuka Umbulharjo, Kota Yogyakarta dengan rata-rata jumlah pengunjung 100 orang/hari diketahui jumlah timbulan sampah sisa makanan adalah  $\pm$  15 kg setiap harinya.

Sampah sisa makanan termasuk biomassa yang memiliki komponen organik tinggi. Volume sampah sisa makanan yang cukup banyak ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku energi alternatif yang terbarukan, yaitu sebagai bahan baku produksi biogas. Energi dari sampah sisa makanan dapat diperoleh dengan cara mengolahnya dengan menggunakan proses anaerobik sehingga menghasilkan biogas. Dekomposisi mikrobiologi anaerobik adalah proses mikroorganisme memperoleh energi dan tumbuh dengan bahan organik metabolisme dalam lingkungan bebas oksigen yang mengakibatkan produksi metana ( $\text{CH}_4$ ). T.Z.D. de Mes et al (2003) menyatakan bahwa bakteri asidogenik mengeluarkan enzim untuk hidrolisis dan mengkonversi senyawa organik terlarut untuk menjadi *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan alkohol. VFA dan alkohol kemudian diubah oleh bakteri asetogenik menjadi hidrogen dan karbon dioksida atau asam asetat. Bakteri metanogen kemudian menggunakan hidrogen dan karbondioksida atau asam asetat untuk menghasilkan metana. Dalam penelitian yang telah dilakukan Meidiansari dan Sujono (2012) terbukti bahwa sampah sisa makanan cukup berpotensi menghasilkan biogas, pada komposisi sampah sisa makanan dan kotoran sapi 30 : 70, volume biogas optimal yang dihasilkan rata-rata 1074,28 L/hari.

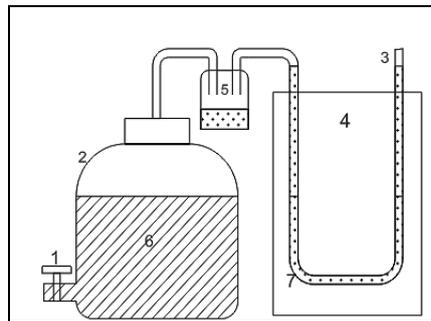
Pengaruh penambahan aktivator terhadap produksi biogas penting diteliti dalam upaya untuk mempercepat proses pembentukan biogas. Selain kotoran sapi, aktivator buatan yang belum dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat adalah Green Phoskko®. Selain penambahan aktivator, pengecilan ukuran bahan sangat berpengaruh juga terhadap proses pembentukan biogas. Semakin kecil ukuran bahan seperti sampah sisa makanan dengan pelumatan, maka akan semakin besar luas permukaan bahan sehingga akan lebih cepat terdegradasi dalam proses fermentasi anaerobik. Dengan begitu diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam upaya mereduksi sampah organik dan pemenuhan kebutuhan energi dari biomassa.



## Metode Penelitian

Sampel sampah sisa makanan yang digunakan diperoleh dari Rumah Makan Giwangan berupa sisa nasi, sayuran, lauk pauk tanpa tulang belulang dengan kondisi bebas minyak. Pada penelitian ini dilakukan 2 variasi, variasi pertama yaitu sampah sisa makanan dengan pelumatan dan tanpa pelumatan. Variasi kedua yaitu penambahan aktivator Green Phoskko® dengan variasi penambahan 0 %, 0,1 %, 0,25 %, 0,5 % dari volume total substrat. Aktivator berupa Green Phoskko® adalah pembangkit biogas atau gas metana yang berisi bakteri fermentasi (kedap udara) sampah dan limbah organik terdiri dari mikroba aerobik. Aktivator ini mengandung *Methanobacterium* sp, *Methanococcus* sp, *Bacillus* sp dan *Lactobacillus* memiliki kepadatan populasi  $10^7$ / gram *Colony Forming Unit* (CFU). Dalam lingkungan mikro (kedap udara, material memiliki pH > 6, kelembaban 80 %, dan temperatur > 30°C) akan memfermentasi sampah organik, biomassa dan bahan organik (limbah kota, pertanian, peternakan dan lain-lainnya) dengan cepat (Anonim, 2005).

Penelitian dilakukan secara *batch* untuk mengetahui seberapa besar biogas yang dihasilkan dari sampah sisa makanan dengan variabel pelumatan dan variabel penambahan aktivator. Dalam penelitian ini menggunakan 8 reaktor dibagi menjadi 2 kelompok pelumatan yaitu kelompok I sebagai kontrol (tanpa pelumatan) dan kelompok II (dengan pelumatan), tiap kelompok dilakukan variasi penambahan aktivator. Reaktor terbuat dari galon air minum bervolume 10 L yang dilengkapi saluran pengeluaran gas terbuat dari selang plastik dengan diameter 3/16 in dan disambungkan ke *water trap* yang terbuat dari botol reaksi dengan sumbat karet. Setelah dari *water trap* dipasang manometer terbuka terbuat dari selang untuk mengetahui berapa volume gas yang dihasilkan.



Gambar 1. Desain reaktor

Keterangan :

1. Kran pengeluaran
2. Reaktor
3. Selang
4. Papan penyangga manometer
5. Water trap
6. Bahan sampah sisa makanan
7. Manometer air terbuka

Reaktor dioperasikan selama 30 hari, dikondisikan tetap aman dan tertutup rapat. Pengukuran volume biogas dan suhu dilakukan setiap hari. Pengukuran volume biogas dilakukan dengan *water displacement method*. Volume biogas yang terbentuk diukur dengan mengamati perubahan volume air pada selang dengan asumsi biogas yang dihasilkan sama dengan perubahan air yang didorong gas dalam selang. Volume gas dihitung dengan rumus:

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan pH diperiksa setiap 6 hari. Parameter *Total Solid* (TS), *Volatile Solid* (VS), kadar air dilakukan di awal dan akhir proses. Untuk mengetahui kualitas biogas yang dihasilkan pada akhir proses dilakukan pengujian kadar metana. Selama proses fermentasi anaerobik juga dilakukan pengadukan dengan cara menggoncangkan galon setiap 2 hari sekali agar tidak terbentuk kerak di dalam reaktor.

## Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini model substrat sampah sisa makanan yang diproses secara anaerobik diisikan sebanyak 7 liter di dalam galon ukuran 10 liter. Khusus substrat pada kelompok II (dengan pelumatan), sampah sisa makanan dihaluskan dengan menggunakan blender dengan perbandingan sampah dan air adalah 2 : 3. Penambahan aktivator dibuat bervariasi yaitu 0 %, 0,1 %, 0,25 %, 0,5 % dari volume total substrat. Karakterisasi awal bahan baku dilakukan untuk memenuhi kriteria desain reaktor ideal yaitu C/N rasio sebesar 25-30 dan berat kering bahan 7-9 % dari total umpan. Pengaturan pH dilakukan dengan menambahkan larutan kapur.

**Tabel 1.** Data hasil pengujian TS dan VS awal bahan penelitian Sumber : Data primer, 2013

Reaktor	Kadar air (%)	TS (g/g)	TS (%)	VS (g/g)
N1	91	0,090	9,00	0,087
N2	89,9	1,009	10,09	0,093
N3	90,30	0,097	9,7	0,080
N4	90,17	0,098	9,83	0,095
B1	91,10	0,089	8,9	0,085
B2	89,15	0,010	10,85	0,097
B3	89,61	0,010	10,39	0,091
B4	87,85	0,012	12,15	0,1

Keterangan :

N1=bahan tidak diblender, 0% aktivator

N2= bahan tidak diblender, 0,1% aktivator

N3= bahan tidak diblender, 0,25% aktivator

N4= bahan tidak diblender, 0,5% aktivator

B1= bahan diblender, 0% aktivator

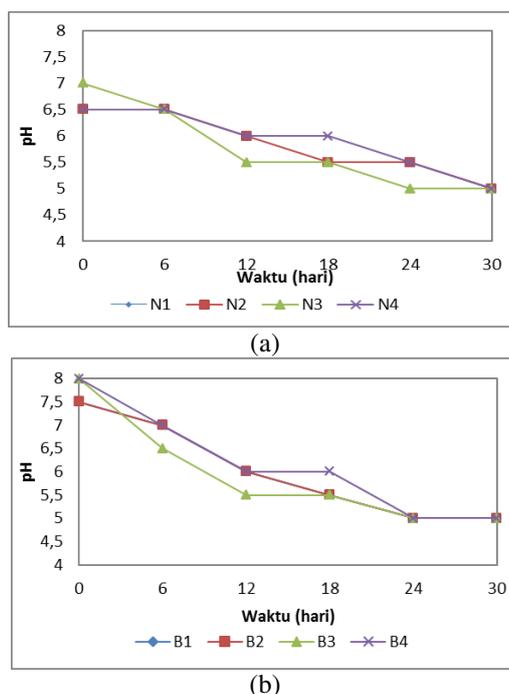
B2= bahan diblender, 0,1% aktivator

B3= bahan diblender, 0,25% aktivator

B4= bahan diblender, 0,5% aktivator

Kondisi selama fermentasi anaerobik antara lain bisa diamati dari kondisi beberapa parameter :

1. Kondisi pH



**Gambar 2.** Grafik perubahan pH pada bahan (a) tanpa pelumatan (b) dengan pelumatan

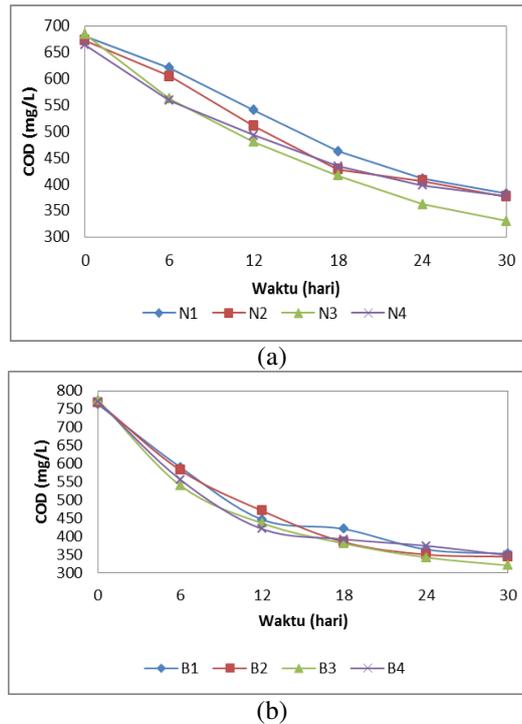
Dari kedua gambar terlihat bahwa pada minggu ke 4 semua reaktor mengalami penurunan menuju pH 5. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahap ini sedang terjadi proses asidifikasi dalam proses dekomposisi bahan organik. Tingginya konsentrasi kadar asam karena terjadi proses perubahan senyawa-senyawa hasil proses hidrolisis menjadi asam-asam lemak yang mudah menguap (*Volatile Fatty Acid*) oleh bakteri asidogenik.

2. Kondisi suhu

Parameter suhu dari awal sampai akhir penelitian tercatat pada suhu ambien sekitar 29-33°C dengan rata-rata pada suhu 30°C. Suhu tersebut sudah cukup sesuai untuk proses metanogenesis walaupun suhu optimal di suhu 35°C karena pada umumnya reaktor anaerob beroperasi pada temperatur *mesofil* yaitu 20-40°C.

3. Kondisi *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Untuk mengetahui kestabilan proses degradasi sampah yang terjadi dalam reaktor dilakukan pengujian parameter COD.



**Gambar 3.** Grafik penurunan COD pada bahan (a) tanpa pelumatan (b) dengan pelumatan

Penurunan COD pada semua reaktor baik pada bahan yang dilumatkan maupun yang tidak dilumatkan membuktikan bahwa proses anaerobik mampu menurunkan beban organik dari sampah sisa makanan. Penurunan nilai COD pada bahan yang dilumatkan sekitar 400 mg/L, sedangkan pada bahan tanpa pelumatan sekitar 300 mg/L. Ukuran bahan yang dilumatkan lebih kecil dan seragam sehingga mudah terdegradasi dibanding bahan tanpa pelumatan. Berdasar data di atas, % COD *removal* terbesar terjadi pada reaktor B3 sebesar 58,65%.

4. Kondisi kadar air

Kadar air cenderung fluktuatif dan meningkat disebabkan oleh proses penguraian bahan organik menjadi metana yang juga menghasilkan H<sub>2</sub>O. Air yang dihasilkan dari reaktor tidak dikeluarkan yang menyebabkan kadar air semakin tinggi pada reaktor.

**Tabel 2.** Data hasil pengujian parameter kadar air

Reaktor	Kadar air awal (%)	Kadar air akhir (%)
N1	90,10	91,56
N2	89,91	91,77
N3	90,30	92,21
N4	90,17	92,13
B1	91,10	92,52
B2	89,15	89,68
B3	89,61	92,07
B4	87,85	91,70

Sumber : Data primer, 2013

5. Kondisi *Total Solid* (TS)

Perbandingan kondisi *Total Solid* awal dan akhir percobaan dari semua reaktor bisa dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Data hasil pengujian parameter TS

Reaktor	TS awal (%)	TS akhir (%)	Penurunan (%)
N1	9,00	8,44	6,2
N2	10,09	8,23	18,43
N3	9,70	7,79	19,69
N4	9,83	7,87	19,93
B1	8,90	7,48	15,95
B2	10,85	10,32	4,88
B3	10,39	7,93	23,67
B4	12,15	8,30	31,68

Sumber : Data primer, 2013

Penurunan TS dari semua reaktor tidak begitu besar, yang semula sekitar 10% turun menjadi 8%. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahap tersebut hanya 2% TS yang tereduksi dan masih bisa terjadi proses degradasi bahan organik jika kondisi memungkinkan. Penurunan TS terbesar terjadi pada reaktor B4 sebesar 31,68%.

6. Kondisi *Volatile Solid* (VS)

Perbandingan kondisi *Volatile Solid* awal dan akhir dari semua reaktor bisa dilihat pada tabel 4.

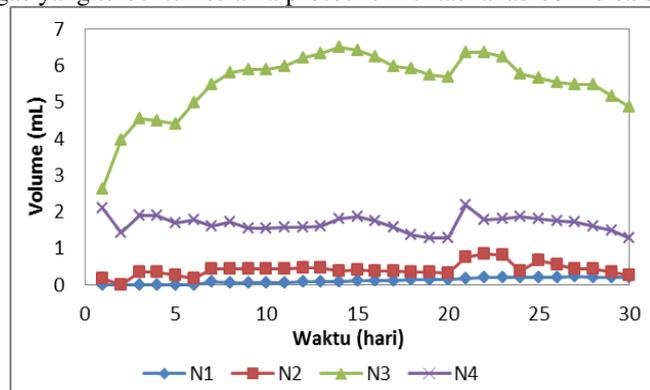
**Tabel 4.** Data hasil pengujian parameter VS

Reaktor	VS awal (%)	VS akhir (%)	Penurunan(%)
N1	8,7	7,2	17,24
N2	9,3	7,2	22,58
N3	8	6,8	15
N4	9,5	6,5	31,58
B1	8,5	6,7	21,17
B2	9,7	7,2	25,77
B3	9,1	6,5	28,57
B4	10	6,9	31

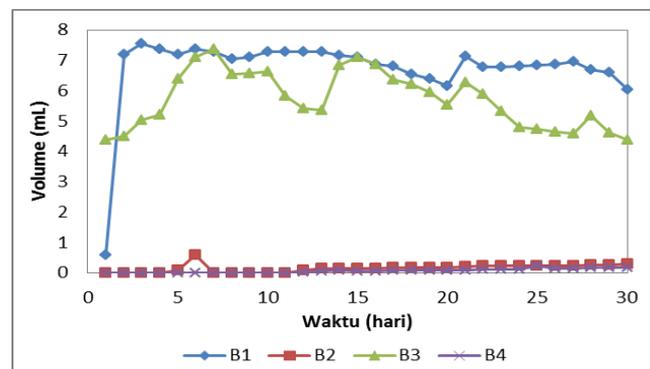
Sumber : Data primer, 2013

Penurunan VS dari semua reaktor sekitar 9% menjadi 7%. Penurunan VS terbesar terjadi pada reaktor N4 sebesar 31,58 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahap tersebut hanya 2% VS yang tereduksi dan masih bisa terjadi proses degradasi bahan organik jika kondisi memungkinkan.

Analisis hasil produksi biogas yang terbentuk selama proses fermentasi anaerobik bisa dilihat pada gambar berikut :



(a)



(b)

**Gambar 4.** Grafik produksi biogas pada bahan (a) tanpa pelumatan (b) dengan pelumatan

Berdasarkan gambar 4.(a), pada reaktor kontrol yaitu N1 tidak mengalami produksi yang signifikan, sekitar 0,1176 mL per hari. Produksi biogas terbanyak terjadi pada reaktor N3 sebanyak 5,5395 mL per hari.

Pada gambar 4.(b), produksi gas sangat berfluktuasi terutama pada reaktor B1 dan B3. Di hari keempat, reaktor B1 dan B3 mengalami kenaikan produksi biogas cukup signifikan yaitu B1 = 7,38 mL, B3 = 5,22 mL hingga hari ke-28. Pada reaktor B2 dan B4 dari hari ke-1 hingga hari ke-11 tidak mengalami produksi gas. Produksi biogas mulai berjalan hari ke-12, bahkan hingga percobaan selesai tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Selama penelitian dilakukan pencatatan volume kumulatif pembentukan biogas dalam 30 hari untuk menentukan produksi biogas total.



**Tabel 5.** Data volume kumulatif pembentukan biogas

Kondisi	0% activator	0,1% aktivator	0,25% aktivator	0,5% activator
Tanpa Pelumatan	3,528 mL	12,618 mL	166,186 mL	50,31 mL
Pelumatan	202,41 mL	4,38 mL	171,666 mL	2,034 mL

Sumber : Data primer, 2013

Berdasarkan tabel 5, volume kumulatif biogas tertinggi dihasilkan oleh reaktor B1 dengan volume kumulatif 202,41 mL, yaitu pada bahan diblender, 0% aktivator. Kemudian posisi kedua adalah B3 dengan volume kumulatif 171,666 mL, yaitu pada reaktor dengan bahan diblender, 0,25% aktivator. Pada posisi ketiga adalah N3 dengan dengan volume kumulatif 166,186 mL, yaitu pada reaktor dengan bahan tanpa diblender, 0,25% aktivator. Dari volume kumulatif biogas diambil 2 reaktor dengan hasil tertinggi yang diuji kandungan metana dalam biogas dengan *Gas Chromatography*.

**Tabel 6.** Hasil uji gas metana Sumber : Data primer, 2013

Reaktor	Hasil gas metana
B1	42 $\mu$ L / 1mL
B3	1,12 $\mu$ L / 1mL

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji gas metana dalam biogas terlihat bahwa bahan yang dilakukan pelumatan mempunyai pengaruh terhadap produksi biogas namun tidak terlihat signifikan. Dari hasil uji parameter volume, TS, VS, pH, dan COD, penambahan aktivator yang menghasilkan cukup produksi biogas adalah pada penambahan 0,25% aktivator. Penggunaan Green Phoskko® sebagai aktivator biogas belum cukup memberikan hasil yang optimal berdasarkan volume kumulatif biogas yang dihasilkan. Peningkatan skala operasi sistem anaerobik perlu dilakukan dengan jarak ukuran yang lebih dekat sehingga pengaruhnya dapat dilihat lebih jelas. Jumlah sampel dari setiap variabel juga direkomendasikan diperbanyak.

## Daftar Notasi

- V = volume gas berbentuk silinder [mL]  
 $\pi$  = 3,14  
r = jari-jari lingkaran [cm]  
t = tinggi silinder [cm]

## Daftar Pustaka

- Anonim. Aktivator Pembangkit Metana Green Phoskko® (GP-7). 2005. [http://kencanaonline.com/index.php?route=product/product&product\\_id=80&search=Green+Phoskko](http://kencanaonline.com/index.php?route=product/product&product_id=80&search=Green+Phoskko) (diakses tanggal 12 Februari 2013)
- Anonim. Rancangan Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Yogyakarta Tahun 2012 - 2016, 2012. <http://www.jogjakota.go.id/app/modules/upload/files/dok-perencanaan/RancanganRPJMD2012-2016.pdf> (diakses tanggal 12 Februari 2013)
- Meidiansari S, Sudjono, ES. Kajian Pemakaian Sampah Organik Rumah Tangga Untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas. Scientific Conference Of Environmental Technology IX - 2012 Advances In Agricultural And Municipal Waste Technology To Anticipate Food And Energy Crisis.
- Metcalf and Eddy. Wastewater Engineering. McGraw-Hill Company : USA. 1972
- Ramdhaniati A, Soedjono ES. Perencanaan Anaerobic Digester Skala Rumah Tangga Untuk Mengolah Limbah Domestik Dan Kotoran Sapi Dalam Upaya Mendapatkan Energi Alternatif. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Skripsi, 2011.
- Sa'diyah N, Wilujeng SA. Pengaruh Pengaturan Sampah dan Penambahan Lumpur dalam Produksi Biogas. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Skripsi, 2011.
- T.Z.D. de Mes, A.J.M. Stams, J.H. Reith and G. Zeeman. Methane Production By Anaerobic Digestion Of Wastewater And Solid Wastes. Dutch Biological Hydrogen Foundation : Netherland. 2003.
- Tchobanoglous, George et al. Solid Wastes, Engineering Principles and Management Issues (International Student Editions). Mc. Graw-Hill Kogakusha LTD : Tokyo. 1977.
- Yumiyati. Pengaruh Penambahan Sludge Dan Pengecilan Ukuran Bahan Pada Konversi Sampah Organik Pasar Menjadi Biogas. Institut Pertanian Bogor, Skripsi, 2011.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Didi Dwi Anggoro (UNDIP Semarang)**

**Notulen : Handrian (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

Penanya : Sinta Yuliani (UPN)

Pertanyaan : Cara pretreatment untuk bahan baku, apa saja langkah-langkah yang peneliti lakukan?

Jawaban : Langkah pre treatment sampah sisa makanan :

- sampah sisa makanan yang masih bercampur dengan sampah anorganik dan bahan pengganggu lain diletakkan dalam bak
- Bak diisi dengan air dalam jumlah yang cukup dengan tujuan untuk menghilangkan lemak dan minyak yang berlebih.
- Minyak dan bahan terfloktasi di atas dialirkan keluar dari bak.
- Sampah sisa makan disaring dan dipisahkan dari bahan-bahan tidak diinginkan seperti tulang belulang sehingga hanya didapatkan substrak yang lebih homogen (terdiri dari sisa nasi, sayur dan lauk pauk.)

