

MAKALAH PENDAMPING : PARALEL A



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA IV
"Peran Riset dan Pembelajaran Kimia dalam Peningkatan Kompetensi
Profesional"
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 31 Maret 2012



PENGEMBANGAN PROSES DEGRADASI SAMPAH ORGANIK UNTUK PRODUKSI BIOGAS DAN PUPUK

Zaenal Abidin, Dwi Handayani, Iis Afriyani, Devi Silvianita.

Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang 50239, Telp/Fax: (024)7460058

ABSTRAK

Sampah organik dapat dimanfaatkan untuk produksi biogas dan pupuk kompos, oleh karenanya perlu diupayakan untuk memperoleh teknologi proses dan operasi yang efektif. Pada proses degradasi konvensional yang telah banyak dilakukan hanya mendapatkan jumlah dan laju produksi yang rendah. Namun adanya perkembangan teknologi maka proses degradasi dapat dipacu dengan penambahan Efektive Mikroorganisme (EM-4) dalam buburan sehingga didapatkan jumlah dan laju produksi yang lebih besar. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kecepatan degradasi sampah organik atau laju produksi biogas dengan menggunakan EM-4, dan kualitas pupuk yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pada konsentrasi 7% padatan dalam buburan dengan penambahan 500 ml EM-4 menghasilkan biogas yang paling besar, dengan laju produksi biogas mengikuti persamaan $Y = -0,143 X^2 + 21,96 X - 414,7$ ($R^2 = 0,994$). Adapun hasil analisa pupuk kompos yang dihasilkan diperoleh kadar C organik = 16,98 %, N (%) = 1,96, rasio C/N = 8,66, pH = 7, dan P (%) = 0,19. sehingga memenuhi syarat sesuai SNI -19-7030-2004. Namun kadar C/N rasionya yang sedikit lebih rendah ini dapat diatasi dengan penambahan sekam padi atau dedak. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan energi, pencemaran lingkungan dan juga mendapatkan pupuk organik yang memiliki nilai ekonomi, serta memenuhi kebutuhan pupuk di bidang pertanian.

Kata kunci : *Biogas, pupuk organik, EM-4*

PENDAHULUAN

Krisis energi yang dipicu naiknya harga minyak dunia (pernah mencapai US\$ 70/barrel) turut menghimpit kehidupan masyarakat di berbagai lapisan di Indonesia. Hal ini semakin menyadarkan berbagai kalangan di tanah air bahwa ketergantungan terhadap BBM secara perlahan perlu dikurangi. Buruknya pengaruh pembakaran BBM terhadap lingkungan juga menjadi faktor pendorong pencarian dan pengembangan energi alternatif non BBM (Indartono, 2005). Dalam situasi seperti ini, pencarian, pengembangan, dan penyebaran teknologi energi non BBM yang ramah lingkungan menjadi penting, terutama ditujukan pada kalangan miskin sebagai golongan yang paling terkena dampak kenaikan BBM.

Permasalahan tersebut dapat diatasi apabila tidak tergantung pada bahan bakar fosil dan menggunakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, murah, mudah diperoleh, dan dapat diperbaharui. Salah satunya adalah energi gas bio yang merupakan energi yang layak dipergunakan secara teknis, sosial, maupun ekonomis terutama untuk mengatasi masalah energi yang ada di pedesaan (Udiharto, 1982). Pada penelitian yang dilakukan oleh Ratnaningsih, dkk (2009) pada proses pembuatan biogas dari campuran sampah organik dan kotoran sapi dalam reaktor batch dengan komposisi bahan campuran 1:1 dengan volume 4 liter dan waktu pengeraman 24 hari menunjukkan hasil sebesar 1,03 liter biogas per liter bahan dengan kandungan metan sebesar 11,57%, rasio C/N 9,7 dan pH 5,32. Sedangkan

pada penelitian yang dilakukan oleh David Bahrin, dkk (2011) pada proses pembuatan biogas dari sampah organik dan kotoran sapi dengan perbandingan komposisi masukan usus ayam dan kotoran sapi 70 : 30 dihasilkan komposisi gas metan (CH₄) sebesar 54,03% volume biogas dengan lama waktu fermentasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan gas dengan komposisi tersebut adalah 21 hari. Di pasar tradisional, sering dijumpai sampah sayur dan buah yang berlimpah. Sebagaimana sampahsampah

organik lainnya seperti kotoran ternak, ampas tebu, dan lain-lain, umumnya sampah organik tersebut tidak banyak dimanfaatkan, tetapi dibiarkan menumpuk dan membusuk, sehingga dapat mengganggu pemandangan dan mencemari lingkungan. Salah satu cara penanggulangan sampah organik yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia adalah dengan menerapkan teknologi anaerobik untuk menghasilkan biogas.

EM4 merupakan kultur campuran dari organisme menguntungkan yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), Bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp*), *Streptomyces sp*, Ragi (*yeast*) dan *Actinomyces*. Umumnya, dengan menggunakan tambahan EM4 proses fermentasi pada pembuatan biogas lebih cepat dibandingkan dengan pembuatan biogas tanpa EM4 sehingga metana yang terbentuk pun bisa lebih banyak pula. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: 1. Mengkaji pengaruh penambahan EM4 terhadap produksi biogas. 2. Mengkaji pengaruh konsentrasi terhadap produksi biogas. 3. Mengetahui komposisi hasil samping yang berupa lumpur (*sludge*) sebagai pupuk organik pada kondisi yang baik. Sedangkan manfaat dari penelitian ini memberi peluang untuk menghasilkan energi alternatif sehingga akan mengurangi dampak penggunaan bahan bakar fosil dan mengurangi pencemaran lingkungan yang berasal dari sampah organik dengan meningkatkan nilai guna sampah tersebut. Biogas merupakan gas yang dihasilkan yang dapat diproduksi dari bahan organik seperti biomassa, limbah pertanian, dan juga kotoran hewan melalui proses fermentasi anaerobik. (Wibowo, dkk, 1985). Kandungan biogas didominasi oleh gas metan (CH₄) yang merupakan hasil sampingan proses dekomposisi mikroba pada suatu biomassa (Musnif, dkk, 2006). Sampah dibedakan menjadi 3 jenis yaitu

organik, anorganik, dan khusus. Sampah organik berasal dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewanyang diambil dari alam atau dari kegiatan pertanian, perikanan, kegiatan rumah tangga, industri atau kegiatan lainnya (sampah dapur, sisa sayuran, kulit buah, buah busuk, kertas, daun – daun, jerami dan sekam). Sampah organik sayur-sayuran dan buah-buahan seperti layaknya kotoran ternak adalah substrat terbaik untuk menghasilkan biogas (Hammad *et al*, 1999). Proses pembentukan biogas melalui pencernaan anaerobik merupakan proses bertahap, dengan tiga tahap utama, yakni hidrolisis, asidogenesis, dan metanogenesis.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian biogas ini adalah reaktor jenis *Digester Floating Drum*. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan: 1. Sampah organik, yang diambil dari pasar Jatingaleh yang berupa berbagai macam sampah sayuran. 2. Kotoran sapi, yang berfungsi sebagai sumber bakterimetagenik dan untuk meningkatkan rasio C/N. 3. EM4 (*Effective Microorganism*), untuk mempercepat proses fermentasi pada pembuatan biogas. 4. Air, yang akan digunakan dalam penelitian ini sesuai kapasitas reaktor.

Prosedur Percobaan

Tahap pertama yang dilakukan adalah perhitungan kadar air untuk menentukan berat perbandingan sampah pasar dan kotoran sapi yang akan digunakan. Kemudian sampah pasar diiris kecil-kecil terlebih dahulu dan semua bahan yaitu sampah organik, kotoran sapi dan air dicampur dalam satu wadah dan diaduk hingga homogen. Setelah campuran tersebut dimasukkan ke dalam reaktor maka akan terjadilah proses fermentasi secara anaerobik. Reaktor yang digunakan adalah jenis *Digester Floating Drum*, yang setiap hari dilakukan pengamatan kenaikan level dari atap reaktor tersebut, juga dilakukan uji nyala pada biogas yang dihasilkan. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi tentang pengaruh konsentrasi dan penambahan EM4 terhadap produksi biogas. Sehingga variabel berubah yang digunakan adalah konsentrasi bahan kering 7% dan 9%, dan kadar EM4 yaitu 0 ml dan 500 ml. Sedangkan variabel tetap yang digunakan adalah suhu 30°C (suhu kamar), tekanan 1atm, volume reaktor 60 liter, dan

perbandingan sampah organik dan kotoran sapi adalah 1: 0,25. Karena konsentrasi feed yang digunakan dalam basis kering, maka harus dilakukan analisa kadar air terlebih dahulu pada bahan-bahan yang digunakan. Dalam penelitian ini dilakukan analisa hasil berupa volume biogas yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Bahan Baku

Penelitian ini diawali dengan melakukan analisa kadar air terhadap bahan baku yang digunakan yaitu sampah pasar dan kotoran sapi. Hal ini dilakukan guna memperoleh konsentrasi bahan baku yang diinginkan. Penelitian ini dilakukan selama 7,5 bulan dengan 2 variabel berubah yaitu variabel konsentrasi dan penambahan EM4. Proses fermentasi dilakukan dalam *Digester Floating Drum* dengan kapasitas 60 liter dalam kondisi anaerob dengan suhu optimum 35°C. Bahan baku paling baik mengandung 7-9% bahan kering (Paimin,2001). Berdasarkan kondisi optimum tersebut maka dalam penelitian ini kami menggunakan konsentrasi 7% dan 9% dengan variasi penambahan EM4 500 ml dan tanpa penambahan EM4.

Pengaruh Konsentrasi dan Penambahan EM4 Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan

Pada awal operasi mula-mula jumlah bakteri penghasil biogas sedikit sehingga tidak dihasilkan gas. Pada operasi selanjutnya seiring dengan pertumbuhan bakteri penghasil biogas, maka gas akan terbentuk mula-mula sedikit lalu naik sampai mencapai produksi maksimal. Karena nutrisi bakteri penghasil biogas dalam ini kotoran sapi dan sampah sayur lama-kelamaan habis terurai maka setelah mencapai keadaan maksimal pelan-pelan produksi biogas menurun. Hal ini berlangsung terus menerus sampai nutrisi habis, pada saat inilah aktivitas bakteri penghasil biogas akan berhenti sehingga biogas tidak dihasilkan lagi. Hubungan antara waktu dan volume gas yang dihasilkan (gas metan) dalam proses fermentasi biogas dalam berbagai variable konsentrasi dan penambahan EM4 dapat dilihat pada grafik 4.1 sampai 4.4.

Perbandingan Konsentrasi dengan Penambahan EM4 500 ml Terhadap Waktu Produksi dan

Volume Biogas yang Dihasilkan

Berdasarkan grafik , dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi 7 % volume gas yang

dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 9 %. Pada konsentrasi 7 % volume total gas metan yang dihasilkan 375,085 liter sedangkan pada konsentrasi 9 % 300,723 liter. Sehingga dapat disimpulkan dengan konsentrasi 7% produksi biogas meningkat 1,25 kali dibandingkan konsentrasi 9%. Pada konsentrasi 7% gas metan mulai terbentuk pada hari ke 21 dan pada konsentrasi 9% pada hari ke 31, yang ditandai dengan munculnya nyala api. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 9% kinerja mikroba kurang maksimal sehingga laju produksi biogas lebih cepat menurun.

Pengaruh Konsentrasi Tanpa Penambahan EM4 Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan

Berdasarkan grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi 7 % volume gas yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 9 %. Pada konsentrasi 7 % volume total gas metan yang dihasilkan 209,131 liter sedangkan pada konsentrasi 9 % 146,146 liter. Sehingga dapat disimpulkan dengan konsentrasi 7% produksi biogas meningkat 1,43 kali dibandingkan konsentrasi 9%. Pada konsentrasi 7% gas metan mulai terbentuk pada hari ke 26 dan pada konsentrasi 9% pada hari ke 35, yang ditandai dengan munculnya nyala api. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 9% kinerja mikroba kurang maksimal sehingga laju produksi biogas lebih cepat menurun.

Pengaruh Penambahan EM4 Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan pada Konsentrasi 7%

Berdasarkan grafik , dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan EM4 500 ml volume gas yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan tanpa penambahan EM4. Dengan penambahan EM4 volume total gas metan yang dihasilkan 332,050 liter sedangkan tanpa penambahan EM4 209,131 liter. Sehingga dapat disimpulkan dengan penambahan EM4 500 ml produksi biogas meningkat 1,59 kali dibandingkan tanpa penambahan EM4. Dengan penambahan EM4 500 ml gas metan mulai terbentuk pada hari ke 21 dan tanpa penambahan EM4 pada hari ke 26, yang

ditandai dengan munculnya nyala api. Hal ini disebabkan karena dengan ditambahkan EM4 pada buburan akan mempercepat laju fermentasi karena EM4 mengandung mikroorganisme pengurai sehingga meningkatkan laju produksi gas metan.

Pengaruh Penambahan EM4 Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan pada Konsentrasi 9%

Berdasarkan grafik, dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan EM4 500 ml volume gas yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan tanpa penambahan EM4. Dengan penambahan EM4 volume total gas metan yang dihasilkan 300,723 liter sedangkan tanpa penambahan EM4 177,229 liter. Sehingga dapat disimpulkan dengan penambahan EM4 500 ml produksi biogas meningkat 1,7 kali dibandingkan tanpa penambahan EM4. Dengan penambahan EM4 500 ml gas metan mulai terbentuk pada hari ke 31 dan tanpa penambahan EM4 pada hari ke 35, yang ditandai dengan munculnya nyala api. Hal ini disebabkan karena dengan ditambahkan EM4 pada buburan akan mempercepat laju fermentasi karena EM4 mengandung mikroorganisme pengurai sehingga meningkatkan laju produksi gas metan.

KESIMPULAN

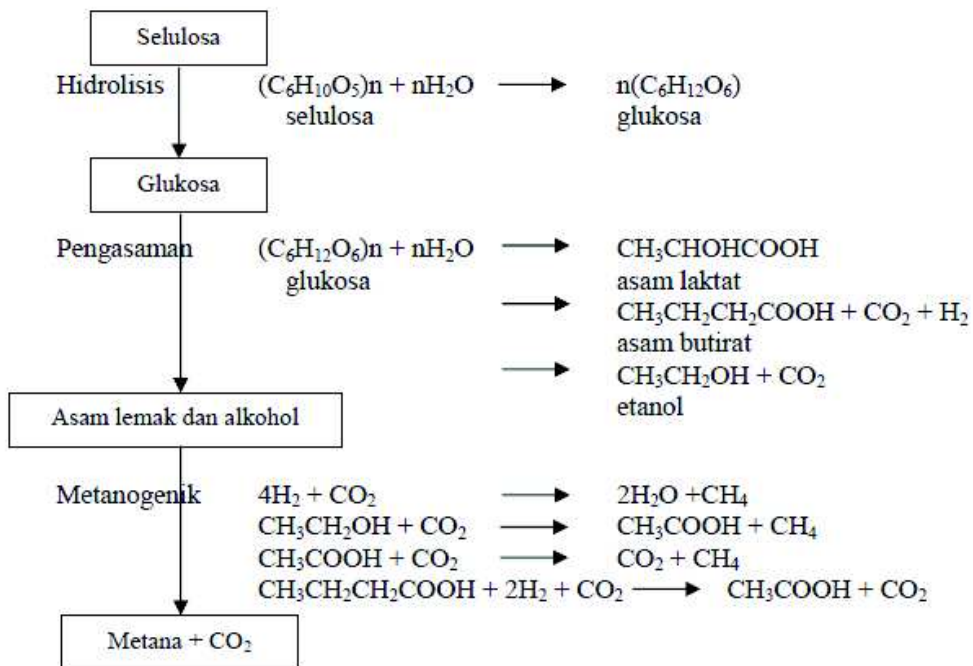
- 1) Dari hasil percobaan diperoleh bahwa dengan penambahan EM4 500 ml dihasilkan volume biogas dan waktu produksi yang lebih besar dibanding tanpa penambahan EM4.
- 2) Untuk variabel konsentrasi disimpulkan bahwa konsentrasi yang lebih kecil menghasilkan produksi biogas yang lebih baik. Pada praktikum kami pada konsentrasi 7% dihasilkan volume biogas dan waktu produksi yang lebih besar dibanding konsentrasi 9%.
- 3) Pada percobaan yang telah kami lakukan, hasil analisis *sludge* yang dihasilkan pada konsentrasi 7% dengan penambahan EM4 500 ml C organik =

16,98 %, N (%) = 1,96, rasio C/N = 8,66, pH = 7, dan P (%) = 0,19. Sedangkan untuk hasil analisa *sludge* pada konsentrasi 7% tanpa EM4 kadar air = 12,61%, C organik = 17,14 %, N (%) = 1,86, rasio C/N = 9,22, pH = 5, dan P = 195,5532 mg/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Bahrin, D., Anggraini, D., Pertiwi, M. B., 2011. Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal Terhadap Komposisi Biogas dari Sampah Organik Pasar di Kota Palembang. Laporan Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3 2011. Palembang : Universitas Sriwijaya
- [2]Hammad et al., 1999. Biogas : Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. Balai Penelitian Ternak Bogor, 160-169
- [3]Musarif, J., Wildan A.A., David M.N., 2006. Biogas Skala Rumah Tangga. Departemen Pertanian, Jakarta
- [4]Paimin., 2001. Alat Pembuat Biogas dari Drum, Penebar Swadaya. Jakarta.
- [5]Ratnaningsih, H., Widyatmoko, Yananto, T., 2009. Potensi Pembentukan Biogas pada Proses Biodegradasi Campuran Sampah Organik Segar dan Kotoran Sapi Dalam Batch Reaktor Anaerob. Jurnal Engineering, Vol. 5, No. 1, Juni 2009.
- [6]Udiharto, M., 1982. Penelitian Teknologi Gas Bio dan Penerapannya. Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi PPTMGB, "LEMIGAS" Cepu.
- [7]Wibowo, D., Rahayu K., Haryanto B., 1985. Gas Bio Sebagai Satu Sumber Energi Alternatif. FATETA UGM, Yogyakarta. "Reaktor Biogas Skala Kecil dan Menengah (Bagian Pertama)." <http://www.beritaiptek.com/static.php>, Oleh Indartono, Y. S., 2005

LAMPIRAN



Gambar 1. Diagram Tahap Pembentukan Biogas



Gambar 2. Alat Biogas Jenis *Digester Floating Drum*

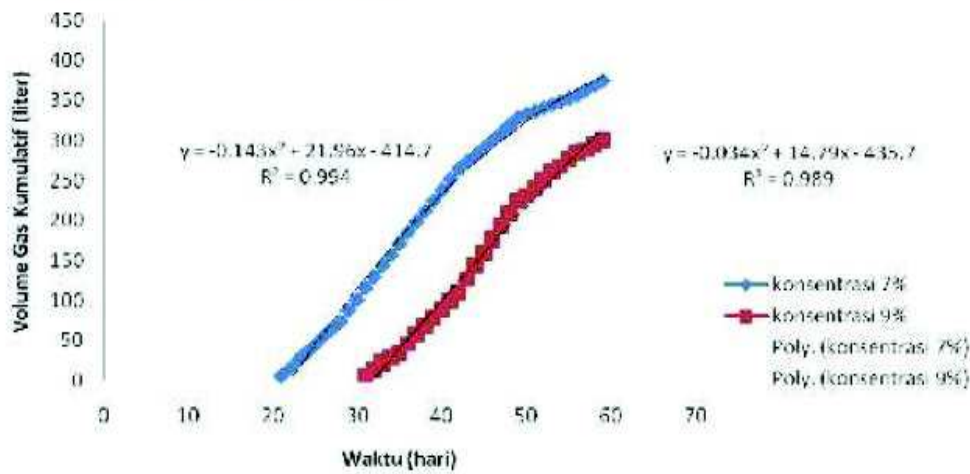
Tabel 1. Kadar Air Bahan Baku

| Bahan Baku | Kadar Air | |
|----------------|----------------|----------------|
| | Konsentrasi 7% | Konsentrasi 9% |
| Sampah organik | 81,4 % | 80,78% |
| Kotoran sapi | 66,67% | 68,5% |

Tabel 2 Komposisi Bahan Baku

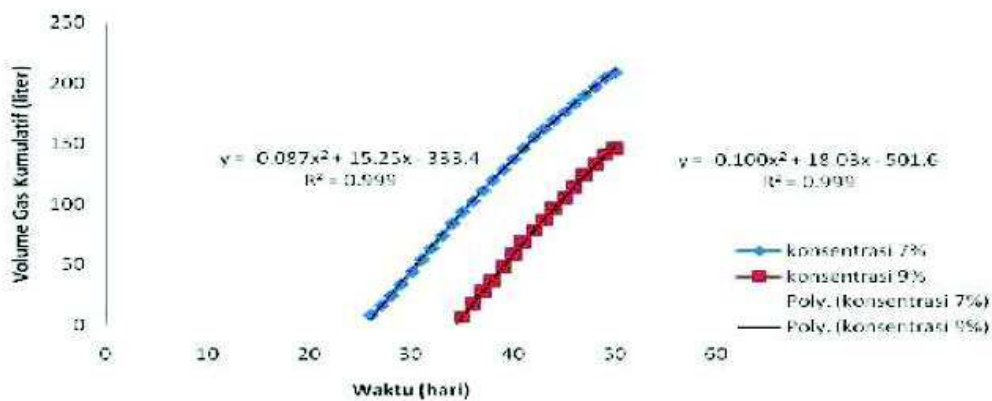
| Bahan Baku | Konsentrasi 7% (Berat Basah) | | Konsentrasi 9% (Berat Basah) | |
|--------------|------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
| | EM4 500ml | Tanpa EM4 | EM4 500ml | Tanpa EM4 |
| Sampah sayur | 18,06 kg | 18,06 kg | 22,48 kg | 22,48 kg |
| Kotoran sapi | 2,52 kg | 2,52 kg | 3,43 kg | 3,43 kg |

Perbandingan Konsentrasi dengan Penambahan EM4 500 ml Terhadap Waktu Produksi dan Volume Biogas yang Dihasilkan



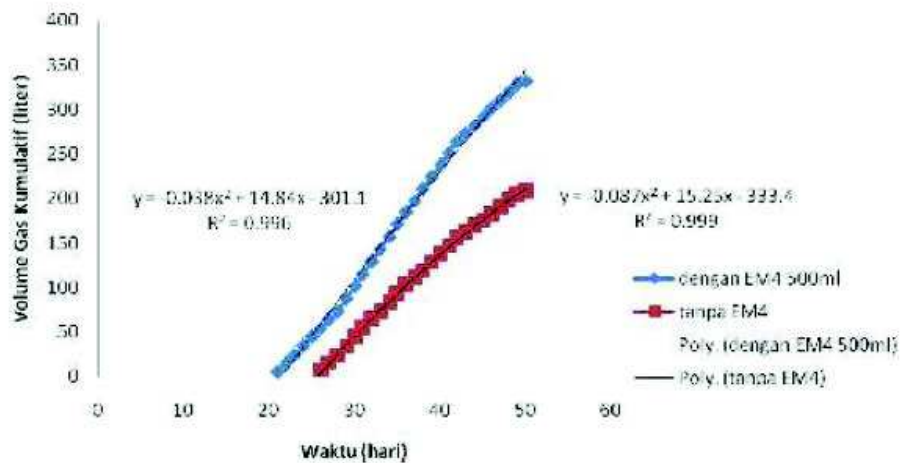
Gambar 4. Hubungan Waktu (hari) dengan Volume Gas Kumulatif (liter) pada Konsentrasi 7 % dan 9 % dengan Penambahan EM4 500 ml

Pengaruh Konsentrasi Tanpa Penambahan EM4 Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan



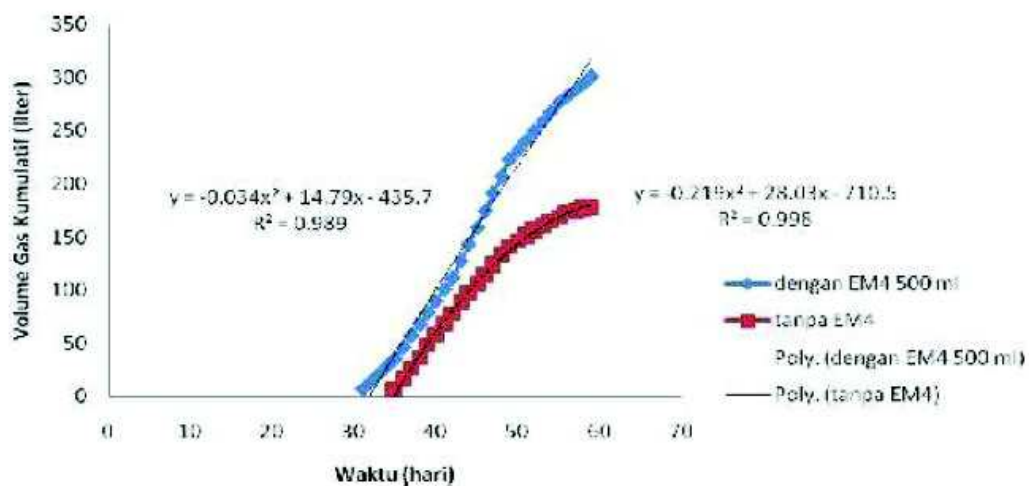
Gambar 5. Hubungan Waktu (hari) dengan Volume Gas Kumulatif (liter) pada Konsentrasi 7 % dan 9 % Tanpa Penambahan EM4

Pengaruh Penambahan EM4 Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan pada Konsentrasi 7%



Gambar 6. Hubungan Waktu (hari) dengan Volume Gas Kumulatif (liter) pada Konsentrasi 7 % dengan Penambahan EM4 500 ml dan Tanpa EM4

Pengaruh Penambahan EM4 Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan pada Konsentrasi 9%



Gambar 7. Grafik Hubungan Waktu (hari) Vs Volume Gas Kumulatif (Liter) Konsentrasi 9 % dengan Penambahan EM4 500 ml dan Tanpa EM4

Tanya Jawab :

Nama Penanya 1 : Febri Baskoro

Pertanyaan:

1. Apakah sudah dicek untuk gas yang dihasilkan berupa gas metan?
2. Berapa % efektivitas EM 4 untuk mengubah limbah menjadi pupuk dan biogas?

Jawaban :

1. Sudah dicek dengan cara diuji nyala dan dapat digunakan untuk memanaskan air yang ditunjukkan dengan adanya kenaikan suhu air.
2. % efektivitas EM4 = $\frac{332,050 - 209,131}{209,131} \times 100\%$

$$= 55,78\%$$

Efektivitas dengan penambahan EM4 meningkatkan 55,78% dari efektivitas semula

Nama Penanya 2 : Sarwendah

Pertanyaan :

Pengaruh konsentrasi 7% dan 9%. Kenapa memilih konsentrasi 7% dan 9%?

Jawaban :

Konsentrasi 7% dan 9% dari literatur buku, konsentrasi optimal yaitu 7-9%, maka dipilih konsentrasi 7% dan 9%.

Nama penanya 3 : Windi Rosiana

Pertanyaan :

Apakah pupuk yang dihasilkan dari konsentrasi 75 dan 9% sudah diuji cobakan pada tanaman? Kalau sudah mana yang lebih baik? Tolong jelaskan alasannya?

Jawaban :

Belum diuji cobakan pada tanaman akan tetapi diuji cobakan sludgenya dengan komposisi N dan P telah memenuhi standart SNI, yaitu :

N (%) = 1,96

P (%) = 0,19

Dan

N(%) = 1,86

P = 195, 5532 mg/kg