

**“Sumber Daya Pertanian Berkelanjutan dalam Mendukung Ketahanan dan Keamanan Pangan Indonesia pada Era Revolusi Industri 4.0”**

---

**Uji Kualitas Sludge Biogas Kotoran Ternak Babi**

**Novilda Elizabeth Mustamu**

*Program Studi Agroteknologi, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Labuhanbatu  
Jl. SM. Raja No.126 A, Aek Tapa, Labuhanbatu Sumatera Utara*

**Abstrak**

Usaha peternakan babi telah menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat pedesaan di Sumatera Utara. Limbah kotoran ternak babi dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pengelolaan limbah kotoran ternak babi dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan digester biogas. Biogas merupakan hasil fermentasi dari bahan organik dalam kondisi anaerob. Biogas dapat dijadikan sebagai sumber energi terbarukan yaitu pengganti gas LPG. Sisa hasil biogas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik sehingga dapat digunakan pada budidaya tanaman sayuran seperti bayam, kangkung dan jagung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas pupuk organik yang berasal dari sludge biogas ternak babi. Data yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium dibandingkan dengan standar kualitas pupuk organik menurut SNI 19-7030-2004 dan SNI 01-2897-1992 untuk deteksi bakteri patogen disajikan dalam bentuk tabel dan dibandingkan secara deskriptif. Berdasarkan hasil analisis diharapkan adalah sludge biogas dari kotoran ternak tersebut dapat memenuhi standar nasional pupuk organik dan dapat digunakan sebagai pupuk organik.

Kata kunci :, pupuk organik, sludge biogas, ternak babi

**Pendahuluan**

Peternakan babi merupakan salah satu kegiatan usaha yang dilakukan oleh peternak di Sumatera Utara. Hal itu disebabkan karena penduduk Sumatera Utara banyak yang mempergunakan daging ternak babi dalam acara-acara adat istiadat, terutama bagi suku Batak Toba, Batak Simalungun, Pakpak dan Karo maupun acara Keagamaan (Agama Kristen). Usaha Peternakan telah menjadi sumber pendapatan bagi banyak masyarakat di pedesaan. Namun usaha peternakan juga menghasilkan limbah yang dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan. Sumber energi yang digunakan untuk pemanfaatan energi adalah berasal dari bahan bakar fosil, ketersediaan bahan bakar fosil tersebut sangat terbatas karena merupakan sumber energi yang tak terbarukan. Oleh karena itu diperlukan adanya sumber energi terbarukan untuk dapat mengurangi pemakaian bakar fosil. Salah satunya adalah pemanfaatan biogas yang berasal dari limbah kotoran ternak. Biogas

merupakan hasil fermentasi dari bahan organik dalam kondisi anaerob, gas ini merupakan campuran beberapa gas yang tergolong sebagai bahan bakar dimana gas yang dominan adalah CH<sub>4</sub> dan yang lainnya jauh lebih kecil antara lain CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> (Simanjuntak, 2005).

Pada umumnya petani/peternak memiliki lahan pertanian dengan jumlah ternak satu hingga sepuluh ekor. Selama ini peternak belum memanfaatkan limbah kotoran ternak sebagai input usaha secara maksimal. Pemanfaatan limbah kotoran ternak ini dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif bagi satu keluarga pedesaan.

Menurut *Lazcano et al.* (2008) kotoran ternak merupakan sumberdaya alam yang bernilai dan dapat digunakan sebagai pupuk karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman. Bahkan dari sisa biogas yang berupa cairan kental (*sludge*) dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, namun peternak belum memanfaatkannya sebagai nilai tambah untuk meningkatkan pendapatan. Pada umumnya, biogas terdiri dari gas metana (CH<sub>4</sub>) sekitar 55-80%, dimana gas metana diproduksi dari kotoran hewan yang mengandung energi 4.800-6.700 Kcal/m<sup>3</sup>, sedangkan gas metana murni mengandung 8.900 Kcal/m<sup>3</sup>. Sludge biogas dapat digunakan sebagai pupuk organik dan dapat menjadi pupuk alternatif yaitu pengganti dari pupuk NPK. Aplikasi penggunaan sludge biogas sudah dilakukan pada tanaman bayam cabut (*Amaranthus tricolor*) yaitu dengan pemberian 2,5 gr NPK di awal tanam memiliki bobot segar yang tidak berbeda nyata dengan pemberian 250 ml sludge setiap hari (Mustamu, 2012).

Sludge biogas mengandung berbagai macam unsur kimia, sebagian dapat membahayakan. Beberapa sludge biogas mengandung unsur kimia (Cu, Zn, Cd) pada konsentrasi yang merugikan tanaman (Marlina, 2009). Dampak negatif logam berat terhadap tanaman adalah menurunkan aktivitas organisme serta menurunkan kesuburan tanah.). Hasil penelitian Podlesakova *et al.* (2002) mengatakan bahwa kadar ambang kritis logam Cu untuk tanaman yang cukup toleran umumnya berkisar 15 – 20 ppm.

Kotoran dari 2 ekor ternak sapi atau 6 ekor babi dapat menghasilkan kurang lebih 2 m<sup>3</sup> biogas per hari, untuk 1 m<sup>3</sup> biogas setara dengan 0,62 liter minyak tanah dan 0,46 kg LPG (Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2009). Apabila limbah ternak sapi potong ini dapat di kelola secara maksimal maka dapat memberikan keuntungan bagi petani maupun peternak di pedesaan.

### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar mengenai "Karakteristik Sludge Biogas Sebagai Pupuk Organik" maka masalah yang dapat dikemukakan adalah : Apakah karakteristik sludge biogas memiliki potensi sebagai pupuk organik dan sesuai dengan standard persyaratan pupuk organik?

## **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini ialah untuk mempelajari karakteristik sludge biogas sebagai sumber pupuk organik.

## **Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini diharapkan berguna untuk petani/peternak dalam meningkatkan pemanfaatan feses babi menjadi produk yang memiliki nilai dibandingkan bila dibiarkan menjadi limbah dan sludge yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pupuk organik.

## **Metodologi**

Daerah penelitian (pengambilan sampel feses dan sludge biogas) dilakukan di desa Hutapaung, Kecamatan Pollung, Kabupaten Humbang Hasudutan untuk ternak babi dan di dusun Pasar Tujuh karena daerah tersebut sudah menggunakan digester biogas dan masih aktif. Analisis kualitas feses dan sludge biogas dilakukan di Laboratorium Riset dan Teknologi, PT. Socfindo, Bangun Bandar dan untuk mengetahui jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* di Laboratorium Mikrobiologi Badan Standarisasi Nasional, Medan.

Bahan yang digunakan adalah feses babi segar, sludge biogas yang diambil langsung dari outlet digester biogas, Aquades, NaCl fisiologis, Lactose Broth, Mac Conkey Agar. Peralatan yang digunakan untuk analisis kualitas feses dan sludge biogas adalah alat tulis, label, timbangan biasa, timbangan elektrik, saringan, alat hitung, oven, tabung reaksi, pipet, pH meter, mesin pengocok, *beaker glass*, alat titrasi, labu kjedhal, alat destruksi, Spektrofotometer, flamefotometer dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), peralatan yang digunakan untuk deteksi jumlah koloni bakteri adalah plastik steril, termos, autoklaf, labu erlemeyer, timbangan, bunsen, spirtus, aluminium foil, kapas, kantong plastik, karet pengikat, mikroskop, gelas ukur, tabung reaksi, rak tabung reaksi, ose, thermometer, tabung durham, *colony counter* dan penangas air.

## **Prosedur Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif, daerah penelitian ditetapkan secara sengaja (*purposive*) yakni berdasarkan pertimbangan bahwa di daerah tersebut sudah menggunakan teknologi biogas dan masih aktif. Pada tahap awal ini dilakukan pengambilan sampel feses ternak babi yang masih segar dan sludge biogas. Kotoran ternak yang masih segar adalah kotoran yang baru dikeluarkan dari sistem pencernaan babi. Sludge biogas yang dijadikan sampel merupakan lumpur yang dihasilkan dari proses pembuangan pertama kali setelah terbentuknya gas bio setelah 14-24 hari.

Semua sampel feses diambil masing-masing 500 gr dan sludge sebanyak 100 ml untuk dianalisis di laboratorium, parameter yang diamati untuk mengetahui kualitas kimia dan jumlah koloni bakteri feses maupun sludge biogas, adalah sebagai berikut :

1. pH ( pH meter)
2. Kadar C-organik (metode Walkey and Black)
3. Kadar N-total (metode Kjeldhal)
4. P total ( metode spektrofotometer)
5. K total ( metode flamefotometer)
6. Unsur Mikro : Mg, Fe, Cu, Pb dan Zn ( Metode AAS)
7. Deteksi jumlah bakteri berdasarkan metode APM (Angka Paling Mungkin).

Data yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium dibandingkan dengan standar kualitas pupuk organik menurut SNI 19-7030-2004 dan SNI 01-2897-1992 untuk deteksi bakteri patogen disajikan dalam bentuk tabel dan dibandingkan secara deskriptif. Dari analisis diharapkan adalah sludge biogas dari kotoran ternak tersebut dapat memenuhi standar nasional pupuk organik dan dapat digunakan sebagai pupuk organik.

## Hasil dan Pembahasan

### Karakteristik Kotoran Ternak dan Sludge Biogas

Hasil analisis kotoran ternak babi menunjukkan bahwa rasio C/N kotoran babi 16,26 dapat digunakan sebagai pupuk karena nisbah C/N < 20 (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik Kotoran Ternak Babi serta Sludgenya

Parameter	Ternak Babi	
	Kotoran Awal	Sludge
pH	6,60	8,03
Kadar Air (%)	63,26	91,27
C-Organik (%)	38,88	26,12
N (%)	2,39	2,53
P (%)	3,21	2,58
K (%)	0,98	1,30
C/N Ratio	16,26	10,32
Mg (%)	1,11	0,90
Cu (mg/kg)	312,26	343,31
Zn (mg/kg)	433,32	289,28
Fe (mg/kg)	0,11	0,28
Pb (mg/kg)	< 0,005	< 0,005
<i>Eschericia coli</i>	460	210
<i>Salmonella</i>	Negatif	Negatif

Unsur-unsur hara yang terkandung pada kotoran babi lebih tinggi jika dibandingkan dengan kotoran sapi hal ini disebabkan karena babi tidak melakukan pencernaan makanan secara sempurna sehingga pada kotoran babi masih terkandung sisa makanan dan ternak babi termasuk golongan *omnivora monogastris*, pemakan semua bahan makanan yang memiliki perut besar sederhana, yang membutuhkan makanan konsentrat (Sihombing, 2006).

Limbah ternak mengandung berbagai macam mikroba, diantaranya adalah protozoa, fungi, bakteri dan virus. Mikroba ini berpotensi menyebabkan penyakit pada manusia. Penyakit-penyakit yang dapat ditularkan oleh bakteri melalui limbah ternak adalah diare oleh bakteri *Escherichia coli*, disentri basiler yang disebabkan oleh spesies dari *Shigella* seperti *S.Dysentriae*, gejala gastrointestinal disebabkan oleh *Salmonella* dan penyakit demam pneumonia yang disebabkan oleh *Serratia*, *Proteus*, dan *Klebsiella* (Fardias, 1993).

Hasil analisis laboratorium diketahui bahwa bakteri *Escherichia coli* pada feses babi cenderung lebih banyak dibandingkan pada sludge. Hal ini menunjukkan bahwa *Escherichia coli* masih terdapat banyak dalam feses dan keberadaannya dapat mengganggu sanitasi lingkungan.

Dalam proses fermentasi didalam reaktor yang terkendali, suhu akan meningkat secara bertahap mulai dari suhu mesofilik atau suhu awal yaitu  $< 40^{\circ}\text{C}$  kemudian meningkat sampai suhu termofilik ( $40^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$ ) dan kemudian turun kembali menjadi  $< 40^{\circ}\text{C}$ . Peningkatan suhu tersebut menyebabkan proses fermentasi mampu membunuh bakteri yang bersifat patogen seperti bakteri kelompok koliform yaitu *Salmonella*, *Shigellae* dan *Escherichia coli*.

Bakteri *Escherichia Coli* merupakan bakteri anaerob fakultatif, yang artinya bakteri ini secara terbatas dapat hidup dalam keadaan aerobik ataupun anaerobic. Hal ini menunjukkan bakteri ini mereduksi bukan karena suasana anaerobik yang terjadi dalam reaktor, tetapi bakteri *Escherichia coli* ini terjadi penurunan akibat suhu yang tercipta dalam reaktor biogas.

Spesifikasi pupuk organik / kompos yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) Standar Nasional Indonesia 19-7030-2004 dan United States Environmental Protection Agency (EPA) menetapkan bahwa standar minimal pupuk organik/ kompos untuk *Fecal coli* adalah tidak lebih dari 1000 MPN/gr dan menurut SNI 19-2897-1992 untuk *Escherichia coli* tidak lebih dari 3 APM/gr dan *Salmonella sp* negatif.

### **Karakteristik Sludge Biogas**

Kotoran ternak babi yang telah didekomposisi secara anaerobik menghasilkan sludge/effluent (limbah buangan berupa cairan). Karakteristik Sludge Biogas Ternak babi dapat dilihat pada Tabel 1. Bahan dari sisa proses pembuatan biogas bentuknya berupa cairan kental (sludge) yang telah mengalami fermentasi anaerob sehingga dapat dijadikan pupuk organik dan secara langsung digunakan untuk memupuk tanaman (Hessami *et al.*, 1996). Pemanfaatan lumpur keluaran biogas ini sebagai pupuk dapat memberikan keuntungan yang hampir sama dengan

penggunaan kompos. Menurut Ayub (2004) bahwa kualitas lumpur sisa proses pembuatan biogas lebih baik daripada kotoran ternak yang langsung dari kandang. Hal ini disebabkan pada proses fermentasi di dalam biodigester terjadi perombakan anaerobik bahan organik menjadi biogas dan asam organik yang mempunyai berat molekul rendah seperti asam asetat, asam butirat dan asam laktat. Peningkatan asam organik akan meningkatkan konsentrasi unsur N, P, dan K.

Tabel 2. Nilai pH dan Kadar Air Pada Sludge

Sludge	pH	Kadar Air (%)	Hasil
Babi	8,03	91,27	TS
Standar SNI	6,8-7,49	<50	-

Keterangan : TS = Tidak Sesuai SNI ( 2004)

Hasil analisis sludge menunjukkan bahwa pH dan kadar air tidak memenuhi SNI 19-7030-2004 (< 50%) (Tabel 2). Pada awal proses fermentasi, pH dalam digester dapat turun menjadi 6 atau lebih rendah. Hal ini merupakan akibat dari pencernaan bahan organik oleh bakteri aerobik. Setelah 2-3 minggu, pH mulai naik disertai dengan perkembangbiakan bakteri pembentuk metana. Bakteri anaerobik bekerja paling giat pada keadaan pH antara 6,8 – 8, pada keadaan ini akan menghasilkan biogas yang optimum. Bila produksi metan sudah stabil, maka pH akan tetap basa yaitu antara 7,2-8,2 (Barnet *et al.*, 1978).

Tabel 3. Kandungan Hara N,P,K, C-Organik dan C/N Rasio Pada Sludge

Sludge	N-total (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	C-Organik (%)	C/N Ratio	Hasil
Babi	2,53	2,58	1,30	26,12	10,32	Sesuai
Standar SNI	>0,40	>0,10	>0,20	>9,8-32	10-20	-

Hasil analisis kandungan unsur hara sludge menunjukkan bahwa kadar nitrogen, P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> dan K<sub>2</sub> O pada semua sludge telah memenuhi standar minimal (Tabel 3). Nilai C/N rasio menurut SNI 19-7030-2004 yaitu 10-20 semua sludge telah memenuhi standar SNI. Sludge Biogas Ternak babi memiliki nilai rasio C/N sebesar 11,96 dan 10,32. Menurut Ginting (2008), sludge biogas yang memiliki C/N rasio 15 dan pH 7 dapat digunakan sebagai pupuk organik. Kualitas pupuk organik secara fisik dapat dilihat dari warna dan sifat baunya, dimana sludge lebih berwarna gelap dibandingkan kotoran ternak dan dalam sifat bau, sludge tidak lagi memberikan bau kotoran ternak. Hal ini disebabkan proses oksidasi yang lebih lama dan pada sludge biogas sudah terjadi proses pengomposan secara anaerob pada instalasi biogas sehingga bahan organik yang terkandung dalam sludge yakni unsur C sudah menurun dan terpakai untuk biogas dalam bentuk metana (CH<sub>4</sub>).

Tabel 4. Kandungan Hara Mikro dan Logam Berat pada Sludge

Sludge	Mg (%)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hasil
Babi	0,90	343,31	289,28	0,28	<0,005	TS=Mg, Cu
Standar SNI	<0,60	<100	<500	<2,00	<150	

Keterangan : TS = Tidak sesuai SNI (2004)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar hara mikro pada kedua sludge telah memenuhi SNI kecuali pada sludge babi yaitu pada unsur Mg dan Cu sebesar 0,90 % dan 343,31 % serta kadar logam berat (Pb) mencapai < 0,005 (Tabel 4). Pada kotoran ternak dan sludge tidak ditemukan kandungan logam berat (Pb) yang membahayakan dan juga terjadi penurunan jumlah bakteri *Escherichia coli* sebanyak 2,19 kali pada sludge babi. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi anaerob yang terjadi pada digester biogas dapat membunuh bakteri patogen, yaitu disebabkan oleh kenaikan suhu yang terjadi pada fase hidrolisis. Dalam fase hidrolisis tersebut temperatur termofilik yang menurunkan jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* dan diperkuat oleh pernyataan Kearney *et al.* (1993) yang menyatakan bahwa suhu tinggi dalam reaktor dapat menurunkan jumlah bakteri patogen di dalam reaktor biogas (Tabel 5).

Tabel 5. Kandungan Bakteri *Coliform* pada Sludge

Sludge	<i>Escherichia coli</i> (APM/g)	Hasil	<i>Salmonella</i> (APM/25 g)	Hasil
Babi	210	TS	Negatif	Sesuai
Standar SNI	<3		Negatif	

Keterangan : TS = Tidak Sesuai SNI (1992)

## Kesimpulan

Kotoran babi segar memiliki rasio C/N 16,26. Setelah mengeluarkan biogas maka sludge memiliki rasio C/N 10,32 sehingga dapat digunakan sebagai pupuk organik. Sludge ternak babi memiliki komposisi hara makro yang memenuhi standar kualitas pupuk organik menurut SNI Nomor 19-7030-2004 dan SNI 01-2897-1992 untuk deteksi bakteri *Salmonella sp*.

## Daftar Pustaka

- Ayub, S.P. 2004. Pupuk Organik Cair. Aplikasi dan Manfaatnya. Agromedia. Jakarta.
- Barnet, *et al.* 1978. *Biogas technology in the Third World : A Multidisciplinary Review*. Internatinal Department Research Centre, Ottawa, Canada.
- Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian. 2009. Pemanfaatan Limbah dan Kotoran Ternak Menjadi Energi Biogas. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Fardiaz, S. 1993. Mikrobiologi Pangan. Penuntun Praktek-Praktek Laboratorium Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Ginting, Nurzainah. 2008. Standar Operasional Prosedur Biogas. Departemen Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

- Hessami, Mir-Akbar, Sky Christensen and Robert Gani. 1996. *Anaerobic digestion on household organik waste to produce biogas*. Department of Mechanical Engineering, Monash University, Clayton, Victoria 3168, Australia.
- Kearney, T.E., M.J. Larkin and P.N. Levett. 1993. *The Effect of Slurry Storage and Anaerobic Digestion on Survival of Pathogenic Bacteria*. *Journal of Applied Technology*. 74: 86-93
- Lazcano, C., Gomez-Brandon, M., Dominguez, J. 2008. *Comparison of The Effectiveness of Composting for The Biological Stabilization of Cattle Manure*. *Chemosphere* 72 (2008) 1013 – 1019.
- Marlina, 2009. *Biokonversi Limbah Industri Peternakan*. UNPAD Press, Bandung.
- Mustamu, N.E. 2012. *Aplikasi Sludge Gas Bio sebagai Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam*. (Tesis). Universitas Sumatera Utara, Program Pascasarjana.
- Podlesakova, E., J. Nemecek and R. Vacha. 2002. *Critical Values of Trace elements in Soils From The View Point of The Transfer Pathway Soil-Plant*. *Rostlinna Vyroba*, 48 (5) : 193-202.
- Sihombing, D.T.H. 2006. *Ilmu Ternak Babi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Simanjuntak, M.E. 2005. *Beberapa Energi Alternatif yang Terbarukan dan Proses Pembuatannya*. *Jurnal Teknik Simetrika*. Vol. 4, No.1.