

**PENGARUH PENAMBAHAN BEBERAPA KOMBINASI FESES
SAPI DAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) KE DALAM
"SEWAGE SLUDGE" TERHADAP PRODUKSI BIOGAS**

SKRIPSI

**OLEH
HASNIDA**

PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. Terima	12/8 ⁰³
Asal Dari	Pelaksanaan
Banyaknya	1 Eksemplar
Harga	-
No. Inventaris	2008/12.080.
U. Kus	15882



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2003**

**PENGARUH PENAMBAHAN BEBERAPA KOMBINASI FESES
SAPI DAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) KE DALAM
“SEWAGE SLUDGE” TERHADAP PRODUKSI BIOGAS**

**OLEH
HASNIDA**

Skripsi Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin

**JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2003**

Judul Skripsi : PENGARUH PENAMBAHAN BEBERAPA KOMBINASI FESES SAPI DAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) KE DALAM "SEWAGE SLUDGE" TERHADAP PRODUKSI BIOGAS

Nama : HASNIDA

No. Pokok : 1211 98 059

Skripsi Telah Diperiksa
Dan Disetujui Oleh

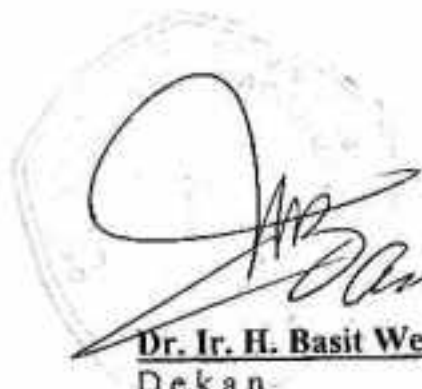
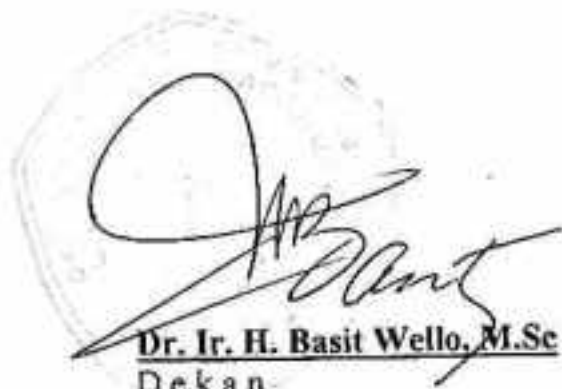


Prof. Dr. Ir. Situru, DES
Pembimbing Utama



Prof. Dr. drh. Lucia Muslimin, M.Sc
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh



Dr. Ir. H. Basit Wello, M.Sc
Dekan



Dr. Ir. Ismartoyo, M.Sc
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus: Juni 2003

RINGKASAN

Hasnida, I 211 98 059. Pengaruh Penambahan beberapa Kombinasi Feses Sapi dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) ke dalam "Sewage Sludge" Terhadap Produksi Biogas. Di bawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Situru, DES., Sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. drh. Lucia Muslimin, M.Sc Sebagai Pembimbing Anggota.

Salah satu sumber energi yang paling banyak terdapat di pedesaan adalah limbah pertanian dan peternakan, serta tanaman gulma pada perairan yaitu eceng gondok. Pada umumnya masih sedikit masyarakat yang memanfaatkan bahan tersebut sebagai penghasil biogas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat perbandingan yang tepat antara feses sapi dan eceng gondok yang ditambahkan ke dalam sewage sludge agar diperoleh produksi biogas yang optimal. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai energi biogas dari limbah peternakan dan tanaman eceng gondok.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah feses sapi segar, eceng gondok segar dan sewage sludge. Terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan yaitu perlakuan A: 100 % (600 ml) feses sapi + 300 ml sewage sludge, perlakuan B: 75 % (450 ml) feses sapi + 25 % (150 ml) eceng gondok + 300 ml sewage sludge, perlakuan C: 50 % (300 ml) feses sapi + 50 % (300 ml) eceng gondok + 300 ml sewage sludge, perlakuan D: 25 % (150 ml) feses sapi + 75 % (450 ml) eceng gondok + 300 ml sewage sludge, perlakuan E: 100 % (600 ml) eceng gondok + 300 ml sewage sludge.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata pada taraf 1 % ($P < 0,01$) terhadap produksi biogas. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa antara perlakuan A dan B tidak berbeda nyata (ns), sedangkan antara perlakuan yang lainnya berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Perlakuan D menunjukkan hasil produksi biogas kumulatif yang tertinggi yaitu 14.732,50 ml dengan pH rata-rata 7,19.

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi feses sapi dan eceng gondok dapat meningkatkan produksi biogas. Kombinasi 25 % feses sapi, 75 % eceng gondok dan 300 ml sewage sludge memberikan hasil produksi biogas yang optimal.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat merampungkan penelitian dan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Penambahan beberapa Kombinasi Feses Sapi dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) ke dalam “Sewage Sludge” Terhadap Produksi Biogas.

Dalam penulisan ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Situru, DES., sebagai pembimbing utama dan Prof. Dr. drh. Lucia Muslimin, M.Sc sebagai pembimbing anggota yang telah banyak memberikan bimbingan kepada penulis mulai dari berlangsungnya penelitian hingga selesainya skripsi ini.
2. Ayahanda Muhammad Arsyad dan Ibunda Hadaria yang telah melahirkan, memelihara, membesarkan, mendidik dan membimbing penulis dengan penuh kasih sayang serta segala pengorbanan baik berupa moril, materi dan doa selama penulis menempuh pendidikan.
3. Bapak Dr. Ir. Basit Wello, M.Sc sebagai Dekan Fakultas Peternakan yang telah memberikan fasilitas kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
4. Ibu Dr. Ir. Laily A. Rotib, MS sebagai penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan akademik kepada penulis selama menjadi mahasiswa.



5. Seluruh staf Dosen dan Pegawai dalam lingkungan Fakultas Peternakan yang telah banyak membantu penulis selama menjadi mahasiswa hingga menyelesaikan studi.
6. Yang tercinta kakanda Uki, Taty, Yudi dan Adinda Sugi, Tura, Umi, Amir dan Wiwiek yang telah memberikan arti dan rasa tanggung jawab kepada penulis. Juga kepada kak Ocha yang telah memberikan segala dorongan, pengertian dan kesabaran sehingga pada akhirnya penelitian dan skripsi ini selesai.
7. Teman-teman Nutrisi '98: Sani, Acang, Ifa, Asri, Kia, Uni, Uci, Fera, Eno, Ija, Wati, Merina, Anwar, Ali, Cullank, Qamran, Ucu', Ilo, Alam, Anca, Erna, Ayu, Fita, Roman, Yasih, Amir, Selvi, Lina, Pitto', Aya, Sri, Dewi, Nini, Satri, Fajar, Ani, Farida, Jumaeti, Ely, Cica, Ira, Dian, Lalla, Nidar, Marlina, Ihvah, Mia, Darmin, Asmuliati, Uni, dan Wia, semoga tetap kompak selalu.
8. Terkhusus buat sahabat, teman dan saudara terdekatku Raje, Alm. Mega, dan Cely'. Terima kasih atas kebersamaan, pengertian, pengorbanan dan persaudaraan kita selama ini dan hingga akhir nanti.
9. Teman-teman KKN di Worongge: Ibe', Nunu, Nas, Uttank. Terkhusus buat "Ita", semoga penulis dapat membalas segalanya.
10. Rekan-rekan selama penelitian; Oma, Dahe, Tante Sury, Mr. Albert, Om Dading dan Mbak Ina. Terima kasih atas bantuan, dorongan, dan kerjasama selama ini.

Semoga Allah SWT memberi imbalan pahala bagi mereka juga kepada semua pihak yang tak sempat disebutkan oleh penulis dalam mewujudkan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak dijumpai kekurangan-kekurangan, namun dengan segala kerendahan hati penulis mempersembahkan tulisan yang sederhana ini semoga dapat mencapai maksud yang diharapkan sehingga dapat memberi andil dalam pembangunan di bidang peternakan. Amin.

Hasnida

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Perumusan Masalah.....	2
Hipotesa.....	2
Tujuan dan Kegunaan.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	
Limbah dan Permasalahannya.....	4
Kotoran Ternak Sebagai Penghasil Biogas.....	5
Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>).....	7
Sewage Sludge.....	9
Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas.....	10
Peranan Mikroba dalam Pembentukan Biogas.....	13

METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	17
Materi Penelitian	17
Metode Penelitian	17
Parameter yang Diukur.....	19
Pengolahan Data.....	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	20
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan.....	27
Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	17
Materi Penelitian	17
Metode Penelitian	17
Parameter yang Diukur.....	19
Pengolahan Data.....	19
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan.....	27
Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Komponen Penyusun Biogas	6
2.	Produksi Biogas Beberapa Kotoran Ternak	7
3.	Rata-rata produksi Biogas Harian, Produksi Biogas Kumulatif, dan Rata-rata pH Harian	20
4.	Komposisi Nutrisi Masing-masing Perlakuan Setelah Fermentasi ...	25



DAFTAR GAMBAR

No	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Grafik produksi Biogas Harian Setiap perlakuan	21
2.	Grafik Produksi Biogas Kumulatif Masing-Masing Perlakuan	21
3.	Grafik pH Harian Setiap Perlakuan	24

DAFTAR LAMPIRAN

No	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Perhitungan Tingkat Bahan Kering (BK), Pengenceran dan Pencampuran Bahan Baku Setiap Perlakuan	30
2.	Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan A	32
3.	Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan B	33
4.	Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan C	34
5.	Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan D	35
6.	Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan E	36
7.	Hasil Pengukuran pH Harian Perlakuan A	37
8.	Hasil Pengukuran pH Harian Perlakuan B	38
9.	Hasil Pengukuran pH Harian Perlakuan C	39
10.	Hasil Pengukuran pH Harian Perlakuan D	40
11.	Hasil Pengukuran pH Harian Perlakuan E	41
12.	Hasil Rata-rata Produksi Biogas Harian Masing-masing Perlakuan .	42
13.	Hasil Rata-rata pH Harian Masing-masing Perlakuan	43
14.	Hasil Perhitungan Produksi Biogas Kumulatif	44
15.	Perhitungan Analisa Sidik Ragam Produksi Biogas	45
16.	Hasil Analisa Proksimat Masing-masing Perlakuan Setelah Fermentasi	48

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dewasa ini energi merupakan salah satu permasalahan di seluruh dunia. Hal ini disebabkan oleh semakin meningkatnya kebutuhan manusia akan energi, sehingga terjadi kekurangan sumber energi konvensional di daerah-daerah tertentu. Energi konvensional yang banyak digunakan oleh masyarakat khususnya di pedesaan adalah minyak tanah dan kayu bakar. Penggunaan bahan bakar tersebut dapat mempengaruhi lingkungan karena adanya gas-gas sisa pembakaran yang dapat menyebabkan polusi udara.

Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menggali sumber-sumber energi yang bahan bakunya cukup banyak tersedia serta tidak mencemari lingkungan. Sumber-sumber energi non konvensional tersebut seperti matahari, angin, air dan limbah peternakan.

Limbah peternakan yang dapat digunakan sebagai penghasil energi adalah feses (kotoran ternak), mengingat bahan ini mampu menghasilkan biogas melalui proses fermentasi secara anaerob dengan bantuan mikroba. Untuk menghasilkan biogas yang optimal maka diperlukan mikroba yang cukup serta ketersediaan makanan bagi mikroba dalam memfermentasikan kotoran ternak tersebut.

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman pengganggu pada daerah perairan, namun memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu 11,0-23,0 % (Sukamto, 1980). Mengingat kandungan proteinnya yang cukup

tinggi maka tanaman tersebut dapat digunakan sebagai bahan makanan ternak dan campuran pada pembuatan biogas.

Dengan memanfaatkan eceng gondok dalam menghasilkan biogas pada campuran feses sapi, diharapkan dapat mengurangi pencemaran pada daerah perairan serta menjaga kebersihan lingkungan. Selain itu dapat menolong pengadaan bahan bakar sebagai sumber energi non konvensional dan sebagai penghasil pupuk organik.

Perumusan Masalah

Produksi biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas bahan isian, perbandingan karbon dan nitrogen (C/N ratio), perbandingan air dan bahan padat (bahan kering), jenis bakteri, temperatur dan pH isian. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari kombinasi feses sapi dan eceng gondok yang ditambahkan ke dalam sewage.sludge terhadap produksi biogas agar diperoleh perbandingan dan kombinasi yang tepat untuk menghasilkan produksi biogas yang optimal.

Hipotesa

Diduga dengan adanya kombinasi yang tepat antara feses sapi dan eceng gondok dengan penambahan sewage sludge akan mampu meningkatkan produksi biogas.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat perbandingan yang tepat antara feses sapi dan eceng gondok dengan penambahan sewage sludge agar diperoleh produksi biogas yang optimal.

Kegunaannya adalah sebagai informasi dan petunjuk teknis kepada masyarakat dalam teknologi biogas sebagai sumber energi alternatif dan pemecahan masalah sanitasi lingkungan, khususnya masalah limbah peternakan dan masalah pencemaran lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah dan Permasalahannya

Limbah adalah sisa pengolahan yang sudah tidak bermanfaat lagi yang berasal dari pengolahan pabrik maupun metabolisme dalam tubuh makhluk hidup dalam bentuk tinja (excreta). Dalam jumlah yang sudah terlalu banyak, limbah dapat membawa dampak pencemaran dan menimbulkan efek yang buruk terhadap lingkungan serta kesehatan karena mendatangkan bau yang kurang sedap (Sugiharto, 1987).

Gumbira (1987) menyatakan bahwa tinja pada umumnya adalah kotoran ternak atau manusia yang mempunyai nilai besar dalam perkembangbiakan beberapa mikroorganisme yang membentuk biogas. Limbah perusahaan peternakan terutama feses sapi dan ayam perlu penanganan melalui proses aerobik maupun anaerobik karena membawa masalah pencemaran bau yang lebih besar dibandingkan dengan ternak lainnya.

Menurut Brouzes (1973) bahwa peningkatan jumlah ternak dapat pula meningkatkan volume limbah yang dihasilkan dalam bentuk kotoran segar dan secara langsung mencemari lingkungan sekitarnya. Makin meningkatnya jumlah kotoran ternak makin terbuka peluang untuk kontaminasi bakteri patogen antara lain *disentri*, *brusella*, dan *tuberculosis* dalam air maupun udara.

Jika kotoran ternak sebagai salah satu bentuk limbah tidak dikelola dengan baik dapat menurunkan mutu lingkungan atau kesehatan dan mengganggu kenikmatan hidup masyarakat. Tumpukan kotoran ternak yang tercecer akan membawa aliran air hujan ke daerah-daerah yang lebih rendah. Hal ini akan

mencemari air tanah dan sungai yang sebenarnya jauh dari lokasi peternakan. Pengaruhnya akan semakin besar bila ditunjang oleh kebiasaan masyarakat yang kurang baik, yaitu menggunakan air sungai untuk kegiatan mandi dan mencuci (Setiawan, 2002).

Kotoran Ternak Sebagai Penghasil Biogas

Harpasis dan Rahardjo (1980) menyatakan bahwa yang dimaksud dengan tinja adalah hasil buangan metabolisme atau kotoran manusia yang telah bercampur dengan urine dan air bilas. Khusus mengenai ternak sapi mudah dikumpulkan kotorannya (feses dan sisa makanan yang telah bercampur dengan urine) sebanyak-banyaknya oleh karena sapi mudah dipelihara dalam kandang terus-menerus. Sedangkan Bell et, al. (1973) mengatakan bahwa 16 ekor sapi menghasilkan 880 lb feses per hari. Kalau dikonversikan 1 lb = 0,454 kilogram, maka satu ekor sapi menghasilkan tinja 25 kilogram berat basah per hari.

Limbah ternak memiliki potensi sebagai penghasil biogas, sebagai sumber energi yang memiliki sifat sama dengan gas alam yang mudah terbakar. Biogas diperoleh dari proses limbah ternak yang dimasukkan dalam tabung pencernaan (digester), diproses dalam keadaan hampa udara (anaerob) dan menghasilkan gas metana yang populer disebut biogas (Murtidjo, 1988).

Setiawan (2002) mengatakan bahwa biogas atau sering pula disebut gas bio merupakan gas yang timbul dari bahan-bahan organik, seperti kotoran hewan, kotoran manusia, atau sampah yang direndam di dalam air dan disimpan dalam tempat tertutup atau anaerob. Lebih lanjut dikatakan bahwa jika kotoran ternak yang telah dicampur air

atau isian (slurry) dimasukkan ke dalam alat pembuat biogas maka akan terjadi proses pembusukan yang terdiri dari dua tahap, yaitu proses aerobik dan anaerobik. Pada proses aerobik diperlukan oksigen dan hasil prosesnya berupa karbon dioksida (CO_2). Proses ini berakhir setelah oksigen dalam alat pembuat biogas habis. Selanjutnya proses pembusukan berlanjut pada tahap anaerobik dan menghasilkan biogas.

Limbah pertanian dan kotoran ternak yang mengandung bahan-bahan organik jika difermentasi dalam keadaan anaerob akan menghasilkan gas metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), amonia (NH_4), hydrogen (H_2), dan sulfida (S). Gas metana inilah yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar. Lebih lanjut dikatakan bahwa salah satu manfaat instalasi biogas yang dihasilkan dari kotoran ternak adalah untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar (Anonim, 1984).

Biogas dapat dijadikan sebagai bahan bakar karena mengandung gas metana (CH_4) dalam persentase yang cukup tinggi. Komponen penyusun biogas dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 1. Komponen Penyusun Biogas

Jenis Gas	Jumlah (%)
Metana (CH_4)	54 – 70
Karbon dioksida (CO_2)	27 – 45
Nitrogen (N)	0,5 – 3
Karbon monoksida (CO)	0,1
Oksigen (O_2)	0,1
Hidrogen sulfida (H_2S)	sedikit sekali

Sumber : Pusat Informasi Dokumentasi PTP-ITB.

Produksi biogas bervariasi tergantung dari jenis ternak. Produksi biogas dari berbagai kotoran ternak dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2. Produksi Biogas Beberapa Kotoran Ternak.

Jenis Kotoran Ternak	Kotoran Basah Yang Dihasilkan Kg/ekor	Gas Metana yang Dihasilkan Tiap Ekor/liter	Gas Bio yang Dihasilkan Tiap ekor/liter
Sapi daging	33 – 40	960 – 1200	1600 – 2000
Sapi perah	20 – 24	700 – 850	1200 – 1400
Babi	4,5	220 – 290	370 – 490
Ayam	0,125	33 – 37	55 - 62

Sumber : Anonim, 1984.

Setiawan (2002) menyatakan bahwa beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan kotoran ternak sebagai penghasil biogas adalah sebagai berikut :

1. Biogas yang dihasilkan diharapkan dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap penggunaan minyak yang jumlahnya terbatas dan harganya cukup mahal.
2. Jika diterapkan oleh masyarakat di sekitar hutan yang banyak menggunakan kayu sebagai bahan bakar, diharapkan dapat mengurangi penebangan kayu sehingga kelestarian hutan dapat terjaga.
3. Teknologi ini dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena kotoran yang semula hanya mencemari lingkungan digunakan untuk sesuatu yang lebih bermanfaat sehingga kebersihan lingkungan lebih terjaga.
4. Selain menghasilkan energi, buangan (sludge) dari alat penghasil biogas ini juga dapat digunakan sebagai pupuk yang baik.

Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Eceng gondok adalah tanaman bunga air (*Water hyacinth*) termasuk famili *Pontedereceae*. Batang tanaman ini merambat dengan perlahan-lahan dalam lumpur atau terapung di atas permukaan air. Bila tanaman ini terapung di atas air, tangkainya

akan mengembang seperti bola. Daun dan tangkainya berisi udara dan mengandung sampai 95 % air dan sedikit unsur kalium karbonat serta unsur-unsur mineral lain. Eceng gondok termasuk tanaman pengganggu yang merusak selokan, saluran irigasi dan terusan yang ditumbuhinya, rawa-rawa tidak berfungsi lagi, mengotori air minum, merusak tanaman padi serta membunuh ikan.

Klingham (1973) mengemukakan bahwa eceng gondok adalah tanaman tropis, terutama di Amerika bagian selatan sampai California. Secara prinsipil ditemukan di dalam kolam atau sungai yang mengalir tenang. Tanaman ini mempunyai bunga berwarna biru yang agak menyerupai corong dan bagian dasarnya kecil. Selanjutnya dikatakan bahwa sebagian besar berproduksi secara vegetatif. Beberapa ribu tanaman baru dapat tumbuh selama satu musim dari satu tanaman induk.

Eceng gondok merupakan tumbuhan pengganggu atau gulma. Salah satu cara pengendalian tumbuhan pengganggu ini adalah memanfaatkannya sebagai pakan ternak dalam bentuk segar atau dimasak dalam campuran bahan makanan lain setelah dipotong-potong lebih dahulu (Soedarmono, 1983).¹

Inounu, dkk. (1980) yang dikutip oleh Lekitoo (1986) menyatakan bahwa eceng gondok memiliki nilai makanan yang cukup tinggi jika dilihat dari kandungan protein dan energi. Kandungan protein kasar eceng gondok 23,10%, serat kasar 20,20% dan energi metabolismenya adalah 1760 kkal.

Setiap satu hektar tanaman eceng gondok pada suatu perairan yang memperoleh limbah kota menghasilkan 70.000 m³ biogas. Satu kilogram eceng

gondok menghasilkan 370 liter biogas dengan kandungan metana 69% yang sama dengan nilai energi panas 22.000 kJoule/m³ untuk metana murni (Wolverton, 1979).

Tanaman eceng gondok ditinjau dari aspek biologinya maka perlu dilakukan sistem pengendalian yang berwawasan lingkungan serta dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Upaya yang dilakukan adalah pengendalian fisik, pemanfaatan sebagai pakan ternak dan sebagai penghasil biogas (Sumarwoto, 1989).

Sewage Sludge

Sewage sludge adalah suatu starter yang diambil untuk mempercepat proses degradasi bahan organik di dalam kotoran ternak dan limbah (Anonim, 1997).

Mokoginta (1998) menyatakan bahwa sewage sludge mengandung unsur C yang sangat penting bagi pertumbuhan mikroorganisme yaitu sebagai sumber energi dalam melakukan proses metabolisme. Lebih lanjut dikatakan bahwa jumlah mikroorganisme fermentasi di dalam sewage sludge sangat banyak yaitu sekitar 80 genus. Mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Ada tiga jenis bakteri yang pokok dalam sewage sludge yaitu bakteri *Eschericia coli*, *Streptococcus sp*, dan *Pseudomonas sp*.

Cara kerja sewage sludge hampir sama dengan cara kerja EM-4 dalam tanah, yaitu dengan mengembangkan populasi mikroorganisme yang menguntungkan dan menekan populasi mikroorganisme yang merugikan (Anonim, 1997). Keseimbangan mikroorganisme yang menguntungkan ini menyebabkan kondisi tanah zimogenik dan sintesis, bahan organik tanah terfermentasi menjadi senyawa organik berupa gula, alkohol, dan asam amino (Erwidodo, 1994).

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas

Produksi gas bio dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas bahan isian, perbandingan karbon dan nitrogen (C/N), temperatur, perbandingan air dan bahan padat, jenis bakteri serta pH isian. Kandungan optimum bahan kering isian tangki pencerna berkisar antara 7 – 9% dan perbandingan C/N optimum bahan isian adalah 30, derajat keasaman yang optimum bagi bakteri anaerobik antara 6,8 – 8,0 serta temperatur optimum antara 30 – 35°C (Harpasis dan Rahardjo, 1980).

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi produksi biogas adalah sebagai berikut :

1. Bahan baku isian

Guna pembentukan gas metana (CH_4), diperlukan unsur karbon (C). Unsur nitrogen (N) diperlukan oleh bakteri anaerobik untuk pembentukan sel guna kelangsungan hidupnya. Oleh sebab itu menambah N perlu dilakukan pada saat pelarutan. Perbandingan C/N yang paling baik untuk pembentukan gas bio adalah 30 agar proses pencernaan dapat menghasilkan gas bio yang diharapkan sekaligus mempertahankan kelanggengan bakteri anaerob (Anonim, 1984).

Aktivitas pertumbuhan mikroba akan bekerja dengan baik dan menghasilkan biogas yang optimal apabila perbandingan nilai C/N dan C/P pada bahan isian masing-masing 25 : 1 dan 20 : 1 (Price dan Paul, 1981).

Menurut Paimin (1997) bahwa untuk melihat kandungan padat bahan baku, digunakan perbandingan berupa nilai C/N. Dalam pembuatan biogas, diperlukan C/N ratio sebesar 30. Bila nilai C/N ratio tersebut besar maka kecepatan perombakan akan



semakin kecil maka akan banyak terbentuk nitrogen yang berubah menjadi amoniak sehingga dapat meracuni bakteri.

2. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu cairan ditentukan dengan pengukuran pH-nya. Pada awal pencernaan pH bahan isian di dalam digester dapat turun sampai 6 bahkan lebih rendah lagi. Hal ini merupakan akibat dari pencernaan bahan organik oleh bakteri aerobik. Sesudah 2 – 3 minggu pH mulai naik disertai dengan perkembangan bakteri pembentuk metana. Bakteri metana bekerja paling giat pada pH 6,8 – 8. Pada kisaran ini akan diberikan hasil pencernaan yang optimum, artinya laju produksi gas bio yang optimum (Anonim, 1984).

Menurut Gumbira (1987) bahwa bakteri metana sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan pH. Oleh karena itu maka kedua parameter ini harus dikendalikan dengan baik. PH optimal antara 7,0 – 7,2 sedangkan pada pH 6,0 bakteri metana akan mengalami keracunan bakteri.

3. Temperatur

Perkembangbiakan bakteri sangat dipengaruhi oleh temperatur. Pencernaan anaerobik dapat berlangsung pada temperatur 5 – 55 °C. Temperatur yang optimum yang diperlukan untuk bakteri anaerobik sebagai penghasil gas bio yang optimum adalah 30 – 35 °C. Temperatur yang lebih tinggi atau lebih rendah akan mengurangi gas bio, bahkan temperatur yang sangat melebihi bakteri akan mati (Anonim, 1984).

Setiawan (2002) mengatakan bahwa faktor yang harus diperhatikan dalam produksi biogas adalah kesesuaian suhu udara. Hal ini penting diperhatikan karena suhu merupakan salah satu syarat aktifnya bakteri penghasil biogas. Suhu yang paling baik untuk berlangsungnya proses pembentukan biogas adalah sekitar 32 – 37 °C. Suhu udara yang terlalu rendah atau terlalu tinggi kurang baik untuk pembentukan biogas. Bahkan pada suhu di bawah 15 °C, kecil kemungkinan terbentuknya biogas.

Beragam-macam faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan pencernaan mikroorganisme dan produksi biogas, di mana faktor yang sangat penting adalah temperatur. Aktivitas bakteri anaerobik dapat tumbuh pada temperatur –57,2 °C, tetapi mereka dapat tumbuh dengan subur pada temperatur 36,7 °C (mesofilik) dan 54,4 °C (termofilik). Bakteri beraktivitas untuk menghasilkan biogas hingga bakteri tersebut mati (US. Department of Energy, 2002).

Perkembangan bakteri sangat dipengaruhi oleh kondisi temperatur. Temperatur yang tinggi akan menghasilkan biogas yang baik. Hal ini disebabkan pada umumnya bakteri metana merupakan bakteri golongan mesofil. Bakteri ini hanya dapat tumbuh subur bila suhu di sekitarnya berada pada suhu kamar. Untuk itulah, suhu pembentukan biogas harus disesuaikan dengan suhu kebutuhan bakteri metana. Suhu yang baik untuk pembentukan biogas berkisar antara 30 – 40° C (Paimin, 1995).

5. Pengenceran Bahan Baku Isian

Isian digester dibentuk dengan mencampur dan mengaduk dengan air pada perbandingan tertentu. Isian yang paling baik untuk penghasil gas bio mengandung 7-9% bahan kering. Pada keadaan ini proses pencernaan anaerobik berjalan dengan

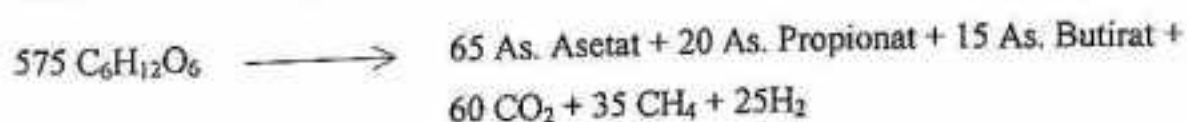
baik, untuk setiap jenis kotoran pengenceran isian dengan baik dilakukan berbeda-beda dengan tujuan agar memperoleh isian yang kandungan bahan kering 7 – 9% (Anonim, 1984)

Agar kerja mikroorganisme lebih baik maka kebutuhan air penting dalam kehidupan dan aktivitasnya. Perbandingan air dan limbah dalam suatu substrat yang sesuai berkisar 10% bahan kering. Substrat yang mengandung di atas 10% bahan kering proses degradasi lebih lambat dan randemen gas yang dihasilkan lebih kecil. Sebaliknya konsentrasi air lebih besar dalam substrat, kerja bakteri tidak efisien karena rendahnya nutrisi untuk bakteri (Situru, 1991).

Peranan Mikroba dalam Pembentukan Biogas

Pembentukan biogas berlangsung melalui suatu fermentasi anaerobik atau tidak berhubungan dengan udara bebas. Proses fermentasi ini merupakan suatu reaksi oksidasi-reduksi di dalam sistem biologi yang menghasilkan energi, di mana sebagai donor dan akseptor elektronnya digunakan senyawa organik. Fermentasi anaerobik hanya dapat dilakukan oleh mikroba yang dapat menggunakan molekul lain selain oksigen sebagai akseptor elektronnya. Fermentasi anaerobik menghasilkan biogas yang terdiri dari metana sebanyak 50 – 70%, CO₂ sebanyak 25 – 45%, sedikit H₂, N₂, dan H₂S (Price dan Paul, 1981).

Keseluruhan reaksi pembentukan biogas tersebut dinyatakan dalam reaksi berikut





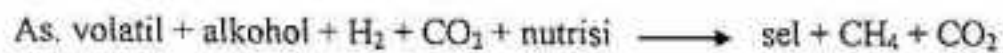
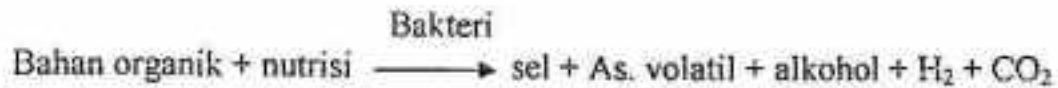
Menurut Jenie dan Rahayu (1990) bahwa beberapa alasan yang dipakai untuk penggunaan proses anaerobik dalam penanganan limbah antara lain adalah tingginya laju reaksi dibandingkan dengan proses aerobik, kegunaan dari produk akhirnya, stabilisasi dari komponen organik dan memberikan karakteristik tertentu pada daya ikat air produk. Lebih lanjut dikatakan bahwa asam volatil dan alkohol sederhana dapat digunakan sebagai sumber energi atau sumber karbon oleh beberapa bakteri yang bersifat obligat anaerobik seperti halnya bakteri metana. Bakteri tersebut dalam proses metabolismenya akan menghasilkan produk akhir berupa gas metana. Bakteri metana yang telah berhasil diidentifikasi terdiri dari empat genus yaitu :

1. Bakteri bentuk batang dan membentuk spora dinamakan *Methanobacterium*.
2. Bakteri bentuk batang dan membentuk spora adalah *Methanobacillus*.
3. Bakteri bentuk kokus yaitu *Methanococcus* atau kelompok koki yang membagi diri.
4. Bakteri bentuk Sarcinae yang terdiri dari 8 sel yaitu *Methanosarcinae*

Keempat jenis bakteri tersebut mampu mengoksidasi hydrogen dengan menggunakan CO_2 sebagai akseptor elektron. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Reaksi tersebut akan menghasilkan energi sedangkan unsur karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tidak dihasilkan. Tahapan reaksi yang penting dalam fermentasi adalah reaksi asam asetat yang juga dapat digunakan oleh bakteri metana. Reaksi selengkapnya adalah sebagai berikut :



Proses fermentasi/pembusukan secara anaerobik adalah suatu proses yang sangat kompleks. Terjadi tiga tahap tingkatan dasar sebagai hasil dari aktivitas berbagai macam mikroorganisme. Pertama kelompok mikroorganisme yang mengubah bahan organik menjadi sebuah bentuk yang dimanfaatkan oleh kelompok mikroorganisme kedua menjadi asam-asam organik, selanjutnya bakteri anaerobik memanfaatkan asam-asam tersebut untuk menghasilkan metana (methanogenik) dan merupakan proses pembusukan yang sempurna (US. Department of Energy, 2002).

Proses fermentasi anaerobik dibagi dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah reduksi senyawa organik yang kompleks menjadi senyawa sederhana oleh bakteri hidrolitik. Pada tahap kedua, organisme pembentuk asam merubah senyawa sederhana dari tahap pertama menjadi asam organik mudah menguap seperti asam asetat, asam butirat, asam propionat dan lain-lain. Tahap ketiga adalah konversi asam organik menjadi metana, CO₂, dan gas lain dalam jumlah sedikit oleh bakteri metana. Bakteri metana yang aktif pada tahap ini antara lain: *Methanobacterium omelianskii*, *Methanobacterium sohngeii*, *Methanobacterium suboxydans*, *Methanobacterium propionicum*, *Methanobacterium formicum*, *Methanobacterium ruminantium*, *Methanobacterium barkeri*, *Methanobacterium vannielli* dan *Methanococcus mazei* (Gumbira, 1987).

Bahan dasar yang berupa bahan organik akan berfungsi sebagai sumber karbon yang merupakan sumber kegiatan dan pertumbuhan bakteri. Bakteri yang berpengaruh

dalam perombakan ini ada dua macam yaitu bakteri-bakteri pembentuk asam dan bakteri-bakteri pembentuk gas metana. Bakteri-bakteri pembentuk asam merombak bahan organik dan menghasilkan asam-asam lemak. Proses ini dilakukan oleh bakteri-bakteri: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Escherichia* dan *Aerobacter*. Selanjutnya asam-asam lemak yang terbentuk ini akan dirombak lagi oleh bakteri metana dan menghasilkan biogas (yang sebagian besar terdiri dari gas metana). Bakteri tersebut terdiri dari : *Methanobacterium*, *Methanosarcin*, dan *Methanococcus*. Di samping itu ada kelompok bakteri lain yaitu bakteri *Desulvibrio* yang memanfaatkan unsur sulfur (S) dan membentuk H_2S (Harpasis dan Rahadjo, 1980).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2002 sampai Januari 2003, bertempat di Laboratorium Sanitasi Lingkungan dan Laboratorium Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah feses sapi segar, eceng gondok segar dan sewage sludge. Penelitian ini menggunakan 20 buah botol pencerna (digester) kapasitas 1000 ml, 20 buah jerigen kapasitas 5 liter, 2 buah termostate regulator, 2 buah bejana yang berisi air, pH meter, timbangan analitik, termometer, oven, dan gelas ukur dan seperangkat alat untuk analisa proksimat.

Metode Penelitian

Penelitian ini terbagi atas dua tahap. Tahap pertama analisa bahan kering masing-masing sampel yang digunakan dengan mengambil sampel masing-masing 25 gram. Selanjutnya sampel tersebut dioven pada suhu 105 °C selama 24 jam untuk mengetahui tingkat bahan keringnya. Tahap kedua pengamatan dengan perlakuan sebagai berikut :

1. Perlakuan A = 100% (600 ml) feses sapi segar(FS) + 300 ml sewage sludge (SS)
2. Perlakuan B = 75% (450 ml) FS + 25% (150 ml) eceng gondok + 300 ml SS
3. Perlakuan C = 50% (300 ml) FS + 50% (300 ml) eceng gondok + 300 ml SS

4. Perlakuan D = 25% (150 ml) FS + 75% (450) eceng gondok + 300 ml SS
5. Perlakuan E = 100 % (600 ml) eceng gondok + 300 ml SS

Masing-masing perlakuan terdiri dari 4 ulangan sehingga diperoleh 20 botol pencerna. Setelah masing-masing sampel (feses sapi dan eceng gondok) diketahui bahan keringnya, selanjutnya dilakukan pengenceran sebanyak 900 ml dari kedua sampel yang digunakan dengan kadar bahan kering 8%. Selanjutnya hasil pengenceran tersebut dimasukkan dalam digester sesuai dengan perlakuan diatas.

Setelah botol pencerna (digester) terisi kemudian botol ditutup rapat untuk menghindari masuknya udara ke dalam botol pencerna. Kemudian botol pencerna dimasukkan ke dalam bejana yang berisi air dan telah ditetapkan temperaturnya melalui termostate regulator pada suhu 37 °C.

Selang dari masing-masing botol pencerna dihubungkan ke selang pada jerigen yang berisi air, kemudian kran pada jerigen dibuka. Bila tekanan antara jerigen dengan botol pencerna telah seimbang maka air akan berhenti keluar dari jerigen. Air dari jerigen akan menetes kembali apabila terjadi produksi biogas dalam botol pencerna. Air yang menetes ini ditampung kemudian diukur setiap hari, dimana volume air yang keluar dari jerigen setara dengan volume gas yang terbentuk. Pengukuran pH isian pada masing-masing botol pencerna dan pengadukan untuk menghindari timbulnya kerak dipermukaan botol pencerna juga dilakukan setiap hari.

Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah tingkat produksi biogas harian yang setara dengan jumlah air (ml) yang keluar dari jerigen, dan pH harian pada masing-masing perlakuan.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan selanjutnya diolah dengan analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan model matematika sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dimana : Y_{ij} = Hasil pengamatan ke - ij

μ = Rata-rata pengamatan

α_i = Pengaruh aditif perlakuan ke-I ($I = 1,2,3,4,5$)

ϵ_{ij} = Galat percobaan dari perlakuan ke-I pada pengamatan ke-j ($j = 1,2,3,4$)

Dari hasil pengolahan data bila diperoleh perbedaan yang nyata maka analisa

sidik ragam akan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) (Gaspersz, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran untuk masing-masing perlakuan maka diperoleh hasil pada Tabel 3 berikut :

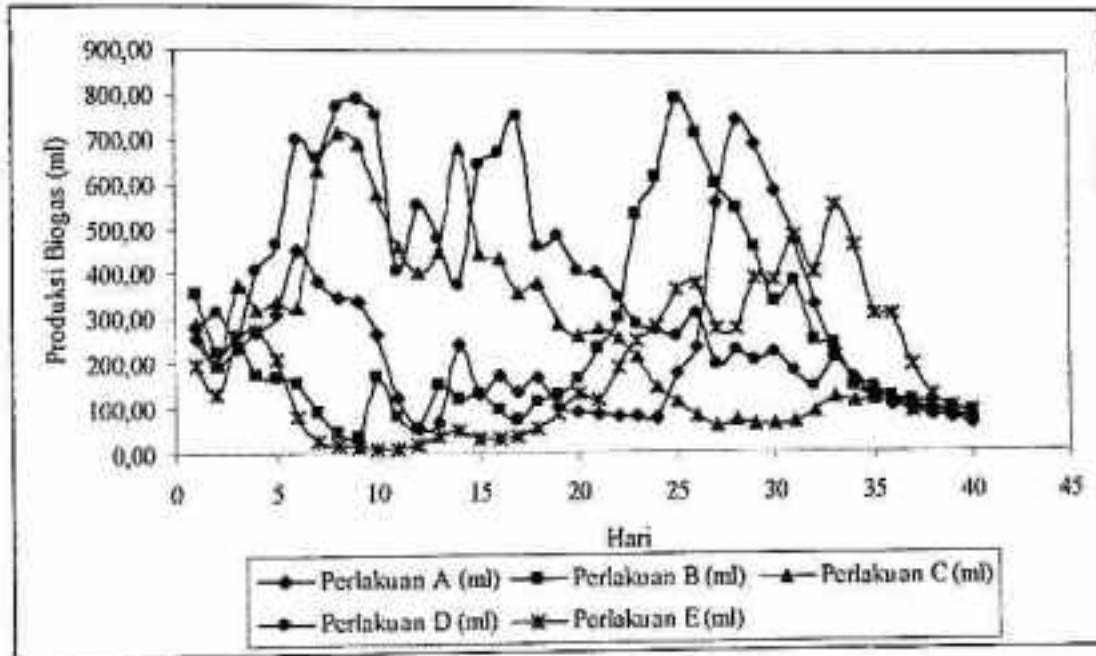
Tabel 3. Rata-rata produksi Biogas Harian, Produksi Biogas Kumulatif, dan Rata-rata pH Harian.

Pengamatan	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Rata-rata produksi biogas harian (ml/hari)	236,21	240,28	273,69	368,31	192,65
Produksi biogas kumulatif selama 40 hari(ml)	9448,50 ^a	9611,25 ^a	10947,75 ^b	14732,50 ^c	7706,00 ^d
Rata-rata pH harian	7,19	7,18	7,33	7,19	7,42

Keterangan : Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

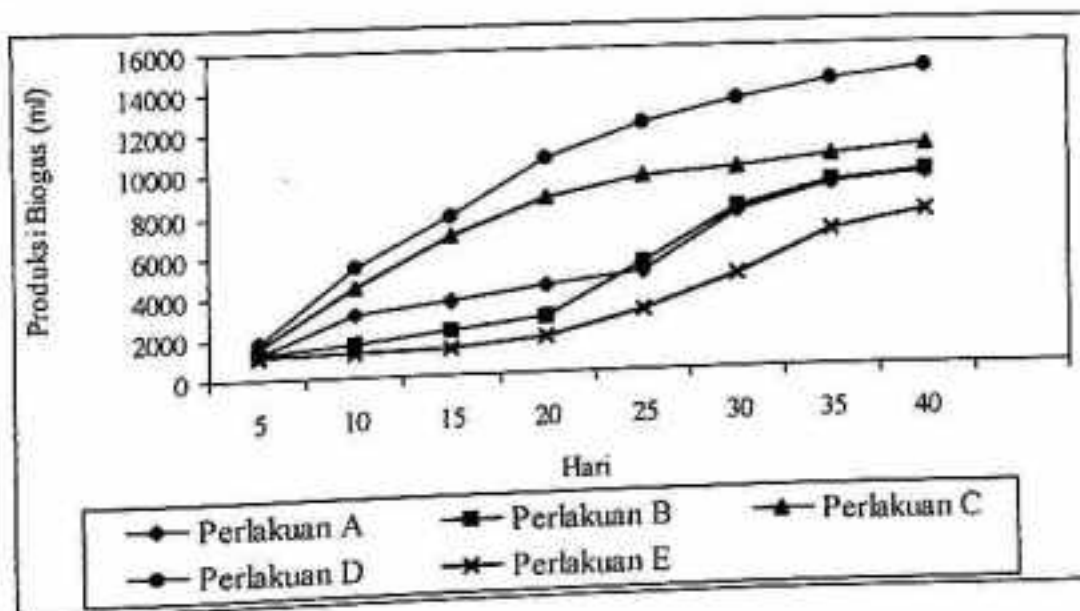
Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa rata-rata produksi biogas harian dan produksi biogas kumulatif pada perlakuan D dengan perbandingan campuran feses sapi dan eceng gondok adalah 25 % dan 75 %, memberikan hasil tertinggi yaitu 14732.50 ml. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kombinasi antara feses sapi dan eceng gondok dapat meningkatkan produksi biogas. Hal ini disebabkan oleh adanya bahan organik yang cukup untuk di degradasi oleh mikroorganisme sebagai bahan makanannya sehingga reproduksi lebih cepat untuk aktivitas dalam pengrusakan bahan organik kotoran yang dirubah dalam bentuk gas bio. Selain itu penambahan sewage sludge dapat memicu produksi biogas karena mengandung unsur karbon (C)

dan mikroorganisme fermentasi. Unsur karbon merupakan sumber energi bagi kegiatan dan pertumbuhan bakteri (Mokoginta, 1998).



Gambar 1. Grafik produksi Biogas Harian Setiap perlakuan

Perbedaan produksi biogas lebih jelas dapat dilihat pada grafik produksi biogas kumulatif berikut :



Gambar 2. Grafik Produksi Biogas Kumulatif Masing-Masing Perlakuan.

Rendahnya produksi biogas pada perlakuan dengan 100 % feses sapi mungkin disebabkan oleh adanya kekurangan nitrogen yang bisa diperoleh dari eceng gondok sehingga mikroba tidak dapat bekerja optimal begitu pula sebaliknya perlakuan dengan 100 % eceng gondok produksi gas juga rendah yang mungkin disebabkan oleh bakteri yang kekurangan nutrient yang berasal dari feses sapi. Sehingga dengan kombinasi antara keduanya mampu untuk meningkatkan produksi biogas, hal ini terbukti pada perlakuan B, C, dan D produksi biogasnya lebih tinggi.

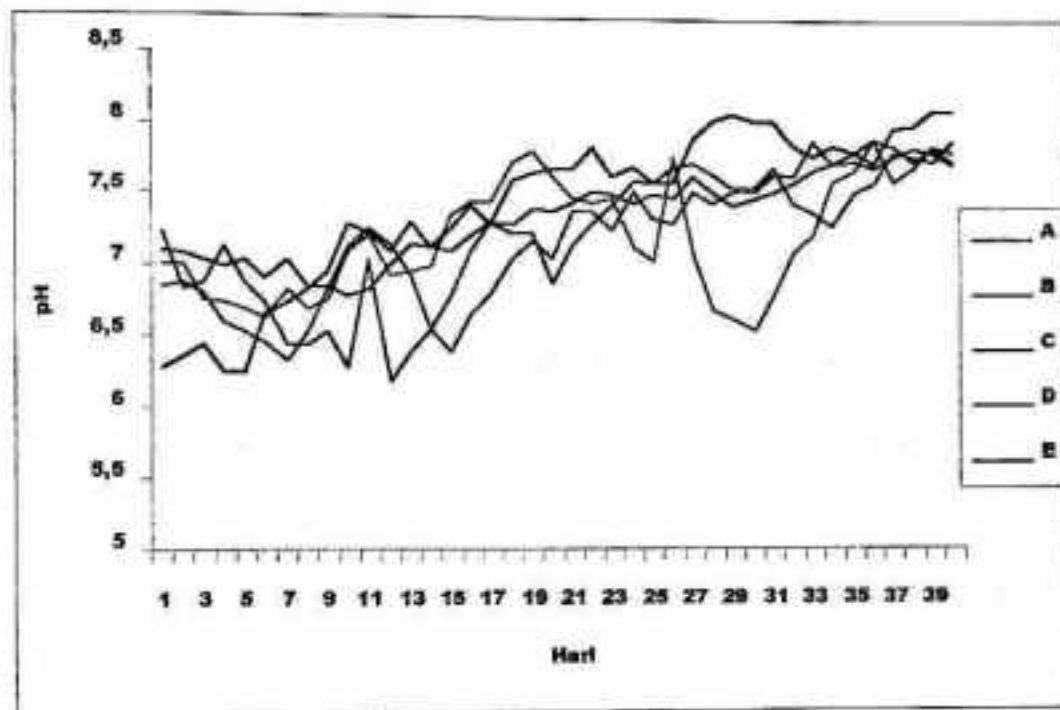
Dari hasil perhitungan analisis sidik ragam produksi biogas pada, menunjukkan bahwa perlakuan pencampuran feses sapi dan eceng gondok berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap tingkat produksi biogas. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil menunjukkan bahwa antara perlakuan A dan B tidak berbeda nyata (ns) sedangkan antara perlakuan lain menunjukkan berbeda sangat nyata. Hal ini berarti bahwa perlakuan berupa kombinasi feses sapi dan eceng gondok meningkatkan produksi biogas.

Pada grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi level eceng gondok pada pencampuran feses sapi maka makin tinggi pula produksi biogas yang diperoleh. Ini menunjukkan bahwa lebih banyak bahan organik yang di degradasi oleh mikroorganisme sebagai bahan makanannya sehingga reproduksi lebih cepat untuk aktif dalam pengrusakan bahan organik kotoran yang diubah dalam bentuk biogas

Rata-rata pH harian selama 40 hari dapat dilihat untuk masing-masing perlakuan yaitu perlakuan A ; 7,19, perlakuan B ; 7,18, perlakuan C ; 7,33, perlakuan D ; 7,19, dan perlakuan E ; 7,42. pH rata-rata setiap perlakuan sesuai dengan yang

dilaporkan oleh Anonim, (1984) bahwa bakteri metana bekerja giat pada pH antara 6,8 – 8.

Pada awal produksi yaitu sekitar 10 hari pertama pH isian relatif rendah yaitu sebesar 6,25 – 7,28, seperti yang terlihat pada gambar 3. Setelah itu mengalami kenaikan sampai pada akhir pengamatan dilakukan. Hal ini disebabkan pada awal produksi biogas dalam digester terjadi perombakan bahan organik yang kompleks menjadi senyawa sederhana oleh bakteri hidrolitik yang bekerja pada pH optimum antara 6 – 7. Selanjutnya organisme pembentuk asam merubah senyawa tersebut menjadi asam organik mudah menguap seperti asam asetat, asam butirat, asam propionat dan lain-lain. (Gumbira, 1987). Pendapat lain menyatakan bahwa pada awal pencernaan pH cairan akan mengalami penurunan menjadi 6 atau mungkin lebih rendah. Dua tiga minggu kemudian barulah nilai pH-nya mulai naik yang disertai dengan berkembangbiaknya bakteri pembentuk metana. Bakteri ini akan giat bekerja pada kisaran pH antara 6,8 – 8. Kisaran pH ini akan memberikan hasil pencernaan yang optimal (Paimin, 1995).



Gambar 3. Grafik pH Harian Setiap Perlakuan.

Perkembangan bakteri dipengaruhi oleh kondisi temperatur. Temperatur yang tinggi akan memberikan hasil biogas yang baik. Hal ini disebabkan pada umumnya bakteri metana merupakan bakteri golongan mesofil yang bekerja pada suhu 20-40°C. Suhu yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah 37°C. Dengan demikian sejalan dengan pendapat Paimin (1995) yang menyatakan bahwa suhu yang baik untuk proses pembentukan biogas berkisar antara 20 – 40 °C.

Selain pH dan temperatur, produksi biogas juga dipengaruhi oleh perbandingan bahan padat dan air (bahan kering). Kandungan bahan kering yang digunakan dalam penelitian ini adalah 8 %. Hal ini sesuai dengan pendapat Harpasis dan Santoso (1980), bahwa produksi biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas bahan isian, perbandingan C/N, temperatur, perbandingan air dan bahan

padat, macam bakteri serta pH isian. Kandungan optimum bahan kering isian tangki pencerna berkisar 7 – 9 %.

Hasil analisa proksimat yang dilakukan pada bahan hasil fermentasi masing-masing perlakuan yang memperlihatkan bahwa pada perlakuan D memiliki tingkat bahan nutrisi yang proporsional yang digunakan oleh mikroba dalam mendegradasi bahan-bahan organik yang difermentasi dalam botol pencerna (digester). Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa limbah yang masih mengandung zat-zat nutrisi yang tinggi merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri untuk menghasilkan biogas (Anonim, 1997). Untuk lebih jelasnya kandungan nutrisi masing-masing bahan perlakuan dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 4. Komposisi Nutrisi Masing-masing Perlakuan Setelah Fermentasi.

Kandungan	Perlakuan (%)				
	A	B	C	D	E
Kadar air	95.50	94.96	94.33	95.07	95.50
Protein kasar	18.71	18.96	21.22	19.07	19.20
Lemak kasar	8.84	7.02	8.97	7.20	7.39
Serat kasar	31.89	32.23	26.59	25.58	14.02
BETN	16.02	17.50	18.16	22.15	38.12
Abu	24.54	24.29	25.06	25.50	21.27

Dari Tabel 4 di atas dapat dilihat kandungan nutrisi masing-masing perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa adanya perlakuan tersebut bukan hanya meningkatkan unsur-unsur gas sebagai sumber energi yang dihasilkan tetapi juga hasil sampingan berupa sludge yang sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai pupuk

organik sekaligus memungkinkan adanya peluang untuk dijadikan sebagai sumber makanan ternak yang kaya akan sumber protein sebagai salah satu unsur utama yang dibutuhkan dalam menunjang pertumbuhan ternak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi feses sapi dan eceng gondok dengan penambahan sewage sludge dapat meningkatkan produksi biogas. Pencampuran 25 % feses sapi dan 75 % eceng gondok memberikan hasil produksi biogas yang terbaik.

Saran

Untuk mengetahui perbandingan yang tepat antara feses sapi dan eceng gondok dalam menghasilkan biogas yang optimal, maka perlu penelitian lanjutan lainnya terhadap tingkat bahan kering dan temperatur yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1984. **Meningkatkan Manfaat Limbah Ternak dalam Bentuk Biogas.** Proyek Informasi Pertanian, Balai Informasi Pertanian Wonocolo, Jawa Timur.
- _____ 1997. **Panduan Teknik Pembuatan Kompos dari Sampah, Teori dan Aplikasi.** Jakarta
- Bell, et al. 1973. **Methane; Fuel of The Future.** Prism Press Stabel Court, Chalmington, Dorset DT2 OHB.
- Brouzes, P. 1973. **Preeis d'Epuration Biologique Buoes Actives.** ISBN No. 2852060019. Lavoisier 75008, Paris.
- Erwidodo. 1994. **Analisa Aspek Keuntungan Penggunaan Pupuk di Sektor Pertanian.** Makalah Disampaikan Pada Pelatihan IPB, Bogor.
- Gaspersz, V. 1991. **Metode Rancangan Percobaan; untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu-ilmu Teknik, dan Biologi.** Armico, Bandung.
- Gumbira, E. S. 1987. **Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi.** PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Harpasis, S. dan S. Rahardjo. 1980. **Prospek Penggunaan Limbah Kota untuk Energi di Indonesia.** IPB, Bogor.
- Jenie, B. S. L. dan W. P. Rahayu. 1990. **Penanganan Limbah Industri Pangan.** Kanisius, Jakarta
- Klingham, G. C. 1973. **Weed Control.** Willey Eastern Private Limited, New Delhi.
- Lekitoo, M. N. 1986. **Pengaruh Penggunaan Tepung Daun Eceng Gondok Sebagai Pengganti Sebagian Dedak Padi dalam Ransum Ternak Babi Jantan Kastrasi yang Sedang Bertumbuh.** Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Mokoginta, E. 1998. **Identifikasi Bakteri Aerob Limbah Abbatoir dan Sewage Sludge dalam Proses Pengomposan.** Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
- Murtidjo, B.A. 1988. **Energi Gas Bio; Ayam dan Telur,** No 34. Desember. Prinity Press, Jakarta.

- Paimin, F. B. 1995. **Alat Pembuat Biogas dari Drum**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- _____ 1997. **Alat Pembuat Biogas dari Batubara**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Price, E. C. dan Paul, N.C. 1981. **Biogas Production and Utilization**. Ann Arbor Science Publishers, Inc.
- Setiawan, A. I. 2002. **Memanfaatkan Kotoran Ternak**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Situru. 1991. **Penggunaan Persentase Bahan Kering Tinja Ternak Babi terhadap Produksi Bio Gas Melalui Fermentasi Metanik**. Sumber Dana DPP UNHAS. Fakultas Peternakan, Ujung Pandang.
- Sugiharto. 1987. **Dasar-dasar Pengelolaan limbah**. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Sukanto, I. T. N. 1980. **Eceng Gondok Tidak Seburuk yang Kita Sangka**. Warta Pertanian, Majalah Teknis Dan Ilmiah Populer, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Sumarwoto, O. 1989. **Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan**. Kepala Pusat Penelitian Sumber Daya Alam dan Lingkungan (Lembaga Ekologi), Universitas Padjajaran.
- Thakur, C. 1977. **Weed Science**. Metropolitan Book Company, PVT. Limited, New Delhi.
- U.S. Department of Energy; Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. 2002. **Methane (Biogas) from Anaerobik Digesters**. www.eren.doe.gov/consumerinfo/refriesfs/ab5.html-17k-17juli2002-cached-similarpages.
- Wolverton. 1979. **Water Hyacinths Productivity and Harvesting Studies Econ Bot.** 32(4).



Lampiran 1. Perhitungan Tingkat Bahan Kering (BK), Pengenceran dan Pencampuran Bahan Baku Setiap Perlakuan.

A. Perhitungan Bahan Kering Sampel

Berat Sampel	Jenis Sampel		
	Feses Sapi	Eceng Gondok	Sewage Sludge
Sebelum Oven	25	22	25
Setelah Oven	7	2	1

$$BK = \frac{\text{Berat sampel setelah oven}}{\text{Berat sampel sebelum oven}} \times 100\%$$

- Feses sapi : $BK = 7/25 \times 100\% = 28\%$
- Eceng gondok : $BK = 2/25 \times 100\% = 8\%$
- Sewage sludge : $BK = 1/25 \times 100\% = 4\%$

B. Perhitungan pengenceran dan pencampuran bahan baku setiap perlakuan

Rumus pengenceran :

$$\text{Jumlah bahan baku} = \frac{\text{jumlah larutan feses} \times \% BK \text{ perlakuan}}{\% BK \text{ bahan baku}}$$

Jumlah air = jumlah larutan feses – jumlah bahan baku

- Feses sapi

$$\text{Jumlah bahan baku} = \frac{600 \times 8\%}{28\%} = 171 \text{ gram}$$

$$\text{Jumlah air} = 600 - 171 = 429 \text{ ml}$$

- Eceng gondok

$$\text{Jumlah bahan baku} = \frac{600 \times 8\%}{8\%} = 600 \text{ gram}$$

Perlakuan A : 100% feses sapi + 300 ml sewage sludge

- Feses sapi = $100/100 \times 600 = 600 \text{ ml}$
- Sewage sludge = 300 ml

Perlakuan B : 75% feses sapi + 25% eceng gondok + 300 ml sewage sludge

- Feses sapi = $75/100 \times 600 = 450 \text{ ml}$
- Eceng gondok = $25/100 \times 600 = 150 \text{ ml}$
- Sewage sludge = 300 ml

Perlakuan C : 50% feses sapi + 50% eceng gondok + 300 ml sewage sludge

- Feses sapi = $50/100 \times 600 = 300 \text{ ml}$
- Eceng gondok = $50/100 \times 600 = 300 \text{ ml}$
- Sewage sludge = 300 ml

Perlakuan D : 25% feses sapi + 75% eceng gondok + 300 ml sewage sludge

- Feses sapi = $25/100 \times 600 = 150 \text{ ml}$
- Eceng gondok = $75/100 \times 600 = 450 \text{ ml}$
- Sewage sludge = 300 ml

Perlakuan E : 100% eceng gondok + 300 ml sewage sludge

- Eceng gondok = $100/100 \times 600 = 600 \text{ ml}$
- Sewage sludge = 300 ml

Lampiran 2. Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan A

Hari	ULANGAN				Jumlah (ml)	Rata-rata (ml)
	A1 (ml)	A2 (ml)	A3 (ml)	A4 (ml)		
1	510	160	200	150	1020	255,00
2	130	280	180	200	790	197,50
3	270	260	160	250	940	235,00
4	280	270	270	260	1080	270,00
5	315	310	310	300	1235	308,75
6	470	450	450	440	1810	452,50
7	400	360	380	390	1530	382,50
8	370	325	350	350	1395	348,75
9	360	330	350	320	1360	340,00
10	260	280	250	270	1060	265,00
11	110	140	120	130	500	125,00
12	52	58	54	58	222	55,50
13	54	88	60	70	272	68,00
14	230	285	210	240	965	241,25
15	100	140	150	140	530	132,50
16	160	160	180	200	700	175,00
17	135	140	140	130	545	136,25
18	56	240	180	200	676	169,00
19	90	100	100	120	410	102,50
20	95	80	90	92	357	89,25
21	90	82	92	84	348	87,00
22	80	83	80	82	325	81,25
23	80	78	82	82	322	80,50
24	78	73	76	80	307	76,75
25	170	150	130	270	720	180,00
26	210	200	240	300	950	237,50
27	560	450	660	570	2240	560,00
28	750	680	800	760	2990	747,50
29	650	680	700	750	2780	695,00
30	540	580	620	610	2350	587,50
31	480	490	480	470	1920	480,00
32	350	350	280	360	1340	335,00
33	240	270	190	220	920	230,00
34	160	210	140	150	660	165,00
35	110	150	120	140	520	130,00
36	90	120	100	110	420	105,00
37	70	120	90	100	380	95,00
38	85	100	70	80	335	83,75
39	90	80	70	70	310	77,50
40	60	70	50	80	260	65,00
Jumlah	9390	9472	9254	9678	37794	9448,50

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan B

Hari	ULANGAN				Jumlah (ml)	Rata-rata (ml)
	B1 (ml)	B2 (ml)	B3 (ml)	B4 (ml)		
1	340	360	320	410	1430	357,50
2	220	230	200	240	890	222,50
3	200	310	280	250	1040	260,00
4	150	180	170	200	700	175,00
5	170	160	160	190	680	170,00
6	150	140	150	180	620	155,00
7	70	80	100	120	370	92,50
8	60	50	40	35	185	46,25
9	30	30	40	45	145	36,25
10	120	170	150	230	670	167,50
11	70	100	65	85	320	80,00
12	65	65	50	40	220	55,00
13	110	120	160	220	610	152,50
14	120	130	100	120	470	117,50
15	140	150	110	130	530	132,50
16	90	90	100	110	390	97,50
17	60	90	70	80	300	75,00
18	120	100	110	120	450	112,50
19	125	130	130	130	515	128,75
20	150	200	190	120	660	165,00
21	190	210	290	250	940	235,00
22	340	250	280	330	1200	300,00
23	560	520	550	500	2130	532,50
24	620	620	650	580	2470	617,50
25	820	810	750	800	3180	795,00
26	720	710	720	720	2870	717,50
27	640	600	600	580	2420	605,00
28	520	580	540	560	2200	550,00
29	480	450	510	400	1840	460,00
30	340	350	340	330	1360	340,00
31	360	330	450	390	1530	382,50
32	250	250	250	260	1010	252,50
33	260	270	240	200	970	242,50
34	150	130	160	150	590	147,50
35	120	110	140	150	520	130,00
36	100	130	120	140	490	122,50
37	110	100	120	120	450	112,50
38	120	100	110	100	430	107,50
39	70	80	85	75	310	77,50
40	100	90	70	80	340	85,00
Jumlah	9430	9575	9670	9770	38445	9611,25

Lampiran 4. Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan C

Hari	ULANGAN				Jumlah (ml)	Rata-rata (ml)
	C1 (ml)	C2 (ml)	C3 (ml)	C4 (ml)		
1	300	290	280	290	1160	290,00
2	400	110	150	120	780	195,00
3	570	330	290	300	1490	372,50
4	94	460	350	370	1274	318,50
5	84	250	575	450	1359	339,75
6	190	700	195	210	1295	323,75
7	515	700	620	680	2515	628,75
8	750	750	690	660	2850	712,50
9	620	835	650	655	2760	690,00
10	310	520	780	695	2305	576,25
11	470	385	500	490	1845	461,25
12	460	320	400	420	1600	400,00
13	375	720	360	340	1795	448,75
14	770	460	750	740	2720	680,00
15	470	420	450	430	1770	442,50
16	420	470	430	425	1745	436,25
17	445	220	290	465	1420	355,00
18	560	320	300	330	1510	377,50
19	290	280	260	315	1145	286,25
20	245	270	260	270	1045	261,25
21	260	315	270	270	1115	278,75
22	275	200	240	300	1015	253,75
23	260	170	180	250	860	215,00
24	110	170	160	150	590	147,50
25	120	125	110	100	455	113,75
26	91	84	80	78	333	83,25
27	70	58	60	55	243	60,75
28	50	88	100	50	288	72,00
29	44	53	70	90	257	64,25
30	42	58	80	70	250	62,50
31	40	90	85	50	265	66,25
32	32	120	100	120	372	93,00
33	120	150	110	120	500	125,00
34	100	120	90	150	460	115,00
35	150	110	100	110	470	117,50
36	110	140	130	120	500	125,00
37	90	100	100	80	370	92,50
38	90	120	90	100	400	100,00
39	80	90	70	95	335	83,75
40	95	75	80	80	330	82,50
Jumlah	10567	11246	10885	11093	43791	10947,75



Lampiran 5. Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan D

Hari	ULANGAN				Jumlah (ml)	Rata-rata (ml)
	D1 (ml)	D2 (ml)	D3 (ml)	D4 (ml)		
1	270	280	310	260	1120	280,00
2	335	310	320	300	1265	316,25
3	220	280	290	260	1050	262,50
4	360	400	480	380	1620	405,00
5	430	450	540	440	1860	465,00
6	680	700	720	690	2790	697,50
7	670	650	655	660	2635	658,75
8	785	750	775	770	3080	770,00
9	865	800	710	780	3155	788,75
10	875	750	885	700	3010	752,50
11	400	420	400	410	1630	407,50
12	510	540	600	560	2210	552,50
13	480	450	510	480	1920	480,00
14	350	380	400	365	1495	373,75
15	640	635	660	650	2585	646,25
16	675	670	680	660	2685	671,25
17	785	740	730	755	3010	752,50
18	460	435	415	530	1840	460,00
19	510	500	520	400	1930	482,50
20	380	420	410	410	1620	405,00
21	400	400	420	390	1610	402,50
22	340	380	390	270	1380	345,00
23	350	290	290	230	1160	290,00
24	280	270	280	260	1090	272,50
25	250	250	260	290	1050	262,50
26	280	300	310	350	1240	310,00
27	200	170	180	240	790	197,50
28	180	280	250	210	920	230,00
29	190	210	230	200	830	207,50
30	200	250	260	180	890	222,50
31	150	190	210	190	740	185,00
32	120	140	150	170	580	145,00
33	260	170	220	190	840	210,00
34	150	150	180	170	650	162,50
35	130	140	170	150	590	147,50
36	90	100	150	155	495	123,75
37	100	90	120	130	440	110,00
38	85	90	100	110	385	96,25
39	90	80	110	95	375	93,75
40	75	95	100	95	365	91,25
Jumlah	14400	14605	15390	14535	58930	14732,50

Lampiran 6. Hasil Pengukuran Produksi Biogas Harian Perlakuan E

Hari	ULANGAN				Jumlah (ml)	Rata-rata (ml)
	E1 (ml)	E2 (ml)	E3 (ml)	E4 (ml)		
1	150	250	200	180	780	195,00
2	140	140	130	120	530	132,50
3	260	270	250	250	1030	257,50
4	280	270	270	280	1100	275,00
5	225	180	230	200	835	208,75
6	80	87	80	85	332	83,00
7	12	34	40	30	116	29,00
8	0	45	32	0	77	19,25
9	13	20	10	20	63	15,75
10	0	10	20	10	40	10,00
11	15	0	30	0	45	11,25
12	39	0	0	30	69	17,25
13	60	50	0	40	150	37,50
14	24	82	40	50	196	49,00
15	30	40	20	40	130	32,50
16	36	45	50	0	131	32,75
17	39	35	40	35	149	37,25
18	60	54	52	50	216	54,00
19	85	92	80	83	340	85,00
20	190	120	110	115	535	133,75
21	110	120	120	130	480	120,00
22	175	210	190	200	775	193,75
23	250	260	240	250	1000	250,00
24	280	290	280	290	1140	285,00
25	340	360	380	385	1465	366,25
26	350	380	400	390	1520	380,00
27	250	280	290	300	1120	280,00
28	270	280	280	290	1120	280,00
29	310	400	430	435	1575	393,75
30	360	400	390	400	1550	387,50
31	490	490	480	490	1950	487,50
32	400	420	410	400	1630	407,50
33	570	520	590	550	2230	557,50
34	400	490	520	450	1860	465,00
35	205	320	350	360	1235	308,75
36	340	320	290	300	1250	312,50
37	340	320	290	300	1250	312,50
38	130	240	220	190	780	195,00
39	110	130	120	150	510	127,50
40	90	100	110	110	410	102,50
40	95	90	90	85	360	90,00
Jumlah	7263	7924	7864	7773	30824	7706,00



Lampiran 8. Hasil Pengukuran pH Harian Perlakuan B

Hari	ULANGAN				Jumlah	Rata-rata
	B1	B2	B3	B4		
1	7,2	7,2	7,3	7,2	28,90	7,23
2	6,9	6,8	6,7	6,9	27,30	6,83
3	6,9	6,9	6,8	6,9	27,50	6,88
4	7,0	7,1	7,2	7,2	28,50	7,13
5	6,8	6,9	6,9	6,9	27,50	6,88
6	6,7	6,8	6,7	6,7	26,90	6,73
7	6,5	6,4	6,3	6,5	25,70	6,43
8	6,4	6,5	6,5	6,3	25,70	6,43
9	6,5	6,5	6,5	6,6	26,10	6,53
10	6,2	6,3	6,4	6,2	25,10	6,28
11	7,0	7,0	7,1	7,0	28,10	7,03
12	6,2	6,1	6,2	6,2	24,70	6,18
13	6,3	6,4	6,5	6,3	25,50	6,38
14	6,5	6,6	6,5	6,6	26,20	6,55
15	6,7	6,7	6,9	6,8	27,10	6,78
16	7,0	7,1	7,1	7,2	28,40	7,10
17	7,3	7,2	7,2	7,5	29,20	7,30
18	7,1	7,1	7,3	7,4	28,90	7,23
19	7,2	7,3	7,1	7,3	28,90	7,23
20	6,9	6,8	6,9	6,9	27,50	6,88
21	7,1	7,2	7,2	7,1	28,60	7,15
22	7,2	7,3	7,3	7,4	29,20	7,30
23	7,5	7,5	7,4	7,3	29,70	7,43
24	7,6	7,6	7,6	7,6	30,40	7,60
25	7,6	7,5	7,7	7,5	30,30	7,58
26	7,7	7,6	7,6	7,9	30,80	7,70
27	7,8	7,7	7,8	7,6	30,90	7,73
28	7,7	7,8	7,6	7,5	30,60	7,65
29	7,5	7,6	7,7	7,4	30,20	7,55
30	7,4	7,5	7,6	7,7	30,20	7,55
31	7,7	7,8	7,7	7,6	30,80	7,70
32	7,5	7,5	7,4	7,4	29,80	7,45
33	7,3	7,5	7,4	7,3	29,50	7,38
34	7,1	7,4	7,3	7,3	29,10	7,28
35	7,6	7,5	7,6	7,4	30,10	7,53
36	7,5	7,6	7,5	7,7	30,30	7,58
37	7,5	7,6	7,5	7,7	30,30	7,58
38	7,7	7,8	7,9	7,8	31,20	7,80
39	7,7	7,9	7,8	7,7	31,10	7,78
40	7,8	7,7	7,7	7,8	31,00	7,75
40	7,9	7,8	7,9	7,9	31,50	7,88



Lampiran 9. Hasil Pengukuran pH Harian Perlakuan C

Hari	ULANGAN				Jumlah	Rata-rata
	C1	C2	C3	C4		
1	7,2	7,2	7,1	6,9	28,40	7,10
2	6,8	7,5	6,9	7,1	28,30	7,08
3	6,9	7,3	6,8	7,1	28,10	7,03
4	6,8	7,4	6,7	7,0	27,90	6,98
5	6,7	7,2	6,9	7,3	28,10	7,03
6	6,6	7,0	6,9	7,1	27,60	6,90
7	6,8	7,1	7,0	7,2	28,10	7,03
8	6,9	6,6	7,0	6,9	27,40	6,85
9	6,6	6,7	6,9	6,8	27,00	6,75
10	7,0	6,5	6,9	6,7	27,10	6,78
11	7,0	7,0	6,8	6,5	27,30	6,83
12	7,1	7,0	7,1	6,8	28,00	7,00
13	7,1	7,1	7,2	7,2	28,60	7,15
14	7,1	7,1	7,3	7,0	28,50	7,13
15	7,0	7,3	7,2	6,9	28,40	7,10
16	7,1	7,5	7,3	6,9	28,80	7,20
17	7,2	7,6	6,9	7,5	29,20	7,30
18	7,2	7,5	6,8	7,6	29,10	7,28
19	7,3	7,5	7,4	7,4	29,60	7,40
20	7,4	7,5	7,3	7,3	29,50	7,38
21	7,5	7,6	7,4	7,3	29,80	7,45
22	7,6	7,6	7,5	7,4	30,10	7,53
23	7,6	7,6	7,6	7,2	30,00	7,50
24	7,6	7,5	7,4	7,3	29,80	7,45
25	7,6	7,5	7,4	7,5	30,00	7,50
26	7,7	7,5	7,3	7,4	29,90	7,48
27	7,7	7,7	7,6	7,5	30,50	7,63
28	7,6	7,6	7,5	7,4	30,10	7,53
29	7,5	7,5	7,4	7,3	29,70	7,43
30	7,7	7,3	7,5	7,4	29,90	7,48
31	7,5	7,4	7,3	7,9	30,10	7,53
32	7,5	7,6	7,4	7,8	30,30	7,58
33	7,6	7,5	7,6	8,0	30,70	7,68
34	7,6	7,4	7,9	8,0	30,90	7,73
35	7,6	7,5	8,0	7,9	31,00	7,75
36	7,7	7,6	7,8	7,7	30,80	7,70
37	7,7	7,7	7,6	8,0	31,10	7,78
38	7,8	7,7	7,6	8,0	31,70	7,93
39	7,9	7,7	8,0	8,1	31,20	7,80
40	7,8	7,6	8,1	7,7	31,20	7,80
40	7,9	7,8	7,6	7,6	30,90	7,73

Lampiran 10. Hasil Pengukuran pH Harian Perlakuan D

Hari	ULANGAN				Jumlah	Rata-rata
	D1	D2	D3	D4		
1	7,3	7,2	6,8	6,7	28,00	7,00
2	7,2	7,2	6,9	6,7	28,00	7,00
3	6,9	6,9	6,9	6,3	27,00	6,75
4	6,9	6,9	6,9	6,2	26,90	6,73
5	6,9	6,8	6,9	6,1	26,70	6,68
6	6,9	6,7	6,8	6,1	26,50	6,63
7	6,9	6,9	7,0	6,5	27,30	6,83
8	6,8	6,9	6,6	6,4	26,70	6,68
9	7,1	6,9	6,8	6,2	27,00	6,75
10	7,2	7,3	7,1	6,8	28,40	7,10
11	7,3	7,5	7,3	6,7	28,80	7,20
12	7,1	7,0	6,8	6,8	27,70	6,93
13	7,1	7,0	6,9	6,8	27,80	6,95
14	7,1	7,1	6,8	6,9	27,90	6,98
15	7,5	7,4	7,3	7,2	29,40	7,35
16	7,6	7,5	7,3	7,4	29,80	7,45
17	7,5	7,6	7,4	7,3	29,80	7,45
18	7,8	7,9	7,7	7,5	30,90	7,73
19	7,8	7,9	7,7	7,8	31,20	7,80
20	7,8	7,7	7,6	7,4	30,50	7,63
21	7,5	7,6	7,4	7,4	29,90	7,48
22	7,5	7,6	7,4	7,3	29,80	7,45
23	7,4	7,6	7,5	7,4	29,90	7,48
24	7,3	7,2	7,1	6,9	28,50	7,13
25	7,2	7,2	6,9	6,8	28,10	7,03
26	7,2	7,3	6,9	6,7	28,10	7,03
27	7,3	7,2	6,9	6,9	28,30	7,08
28	6,9	6,8	6,6	6,4	26,70	6,68
29	6,7	6,9	6,5	6,4	26,50	6,63
30	6,8	6,9	6,3	6,2	26,20	6,55
31	6,9	7,3	6,6	6,4	27,20	6,80
32	7,2	7,2	7,1	6,9	28,40	7,10
33	7,2	7,2	7,3	7,2	28,90	7,23
34	7,2	7,2	7,3	7,2	28,90	7,23
35	7,8	7,7	7,5	7,4	30,40	7,60
36	7,8	7,7	7,5	7,4	30,70	7,68
37	7,9	7,6	7,4	7,8	30,70	7,68
38	7,9	7,9	7,8	7,9	31,60	7,90
39	8,0	7,9	7,8	7,9	31,40	7,85
40	8,1	7,9	7,9	7,5	31,00	7,75
41	7,9	7,9	7,6	7,6	31,00	7,75
42	7,9	7,9	7,6	7,6	31,30	7,83
43	7,9	8,0	7,8	7,6	31,30	7,83
44	7,9	8,0	7,8	7,6	31,00	7,75
45	7,8	7,8	7,6	7,8	31,00	7,75

Lampiran 12. Hasil Rata-rata Produksi Biogas Harian Masing-masing Perlakuan

Hari	ULANGAN				
	A (ml)	B (ml)	C (ml)	D (ml)	E (ml)
1	255,00	357,50	290,00	280,00	195,00
2	197,50	222,50	195,00	316,25	132,50
3	235,00	200,00	372,50	282,50	257,50
4	270,00	175,00	318,50	405,00	275,00
5	308,75	170,00	339,75	465,00	208,75
6	452,50	155,00	323,75	697,50	83,00
7	382,50	92,50	628,75	658,75	29,00
8	348,75	46,25	712,50	770,00	19,25
9	340,00	36,25	690,00	788,75	15,75
10	265,00	167,50	576,25	752,50	10,00
11	125,00	80,00	461,25	407,50	11,25
12	55,50	55,00	400,00	552,50	17,25
13	68,00	152,50	448,75	480,00	37,50
14	241,25	117,50	680,00	373,75	49,00
15	132,50	132,50	442,50	646,25	32,50
16	175,00	97,50	436,25	671,25	32,75
17	136,25	75,00	355,00	752,50	37,25
18	169,00	112,50	377,50	460,00	54,00
19	102,50	128,75	286,25	482,50	65,00
20	89,25	165,00	261,25	405,00	133,75
21	87,00	235,00	278,75	402,50	120,00
22	81,25	300,00	253,75	345,00	193,75
23	80,50	532,50	215,00	290,00	250,00
24	76,75	617,50	147,50	272,50	285,00
25	180,00	795,00	113,75	262,50	366,25
26	237,50	717,50	83,25	310,00	380,00
27	560,00	605,00	60,75	197,50	280,00
28	747,50	550,00	72,00	230,00	280,00
29	695,00	460,00	64,25	207,50	393,75
30	587,50	340,00	62,50	222,50	387,50
31	480,00	382,50	66,25	185,00	487,50
32	335,00	252,50	93,00	145,00	407,50
33	230,00	242,50	125,00	210,00	557,50
34	165,00	147,50	115,00	162,50	465,00
35	130,00	130,00	117,50	147,50	308,75
36	105,00	122,50	125,00	123,75	312,50
37	95,00	112,50	92,50	110,00	195,00
38	83,75	107,50	100,00	96,25	127,50
39	77,50	77,50	83,75	93,75	102,50
40	65,00	85,00	82,50	91,25	90,00
Jumlah	9448,50	9611,25	10947,75	14732,50	7706,00

Lampiran 14. Hasil Perhitungan Produksi Biogas Kumulatif

Hari Ke-	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
5	1266,25	1185,00	1515,75	1728,75	1068,75
10	3055,00	1682,50	4447,00	5396,25	1225,75
15	3677,25	2220,00	6879,50	7856,25	1373,25
20	4349,25	2798,75	8595,75	10627,50	1716,00
25	4854,75	5278,75	9604,50	12200,00	2931,00
30	7682,25	7951,25	9947,25	13367,50	4652,25
35	9022,25	9106,25	10464,00	14217,50	6756,00
40	9448,50	9611,25	10947,75	14732,50	7583,50

Lampiran 15. Perhitungan Analisa Sidik Ragam Produksi Biogas.

Ulangan	Perlakuan					Total
	A	B	C	D	E	
1	9390	9430	10567	14400	7263	51050
2	9472	9575	11246	14605	7924	52822
3	9254	9670	10885	15390	7864	53063
4	9678	9770	11093	14535	7773	52849
Jumlah	37794	38445	43791	58930	30824	209784
Rata-rata	9448.50	9611.25	10947.75	14732.50	7706.00	52446.00

Perhitungan :

Derajat Bebas (db) :

$$\text{db total} = \text{total banyaknya pengamatan} - 1 = 20 - 1 = 19$$

$$\text{db perlakuan} = \text{total banyaknya perlakuan} - 1 = t - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$\text{db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} = 19 - 4 = 15$$

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{y^2}{\sum ri} = \frac{(209784)^2}{20} = 2200466333$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum y^2 - \text{FK} = (9390)^2 + \dots + (7773)^2 - 2200466333 \\ &= 2313017608 - 2200466333 \\ &= 112551275 \end{aligned}$$

$$JKP = \frac{Y_1^2 + \dots + Y_r^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(37794)^2 + (38445)^2 + (43791)^2 + (58930)^2 + (30824)^2}{4} - 2200466333$$

$$= 111263671,5$$

$$JKG = JKT - JKP = 112551275 - 111263671,5 = 1287603,5$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$KT \text{ Perlakuan (KTP)} = \frac{JKP}{t-1} = \frac{11126671,5}{5-1} = 27815917,88$$

$$KT \text{ Galat (KTG)} = \frac{JKG}{t(r-1)} = \frac{1287603,5}{5(4-1)} = 85840,23$$

$$F \text{ Hitung} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Galat}} = \frac{27815917,88}{85840,23} = 324,04$$

Tabel Anova

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	111263671,5	27815917,88	324,64**	3.06	4.89
Galat	15	1287603,5	85840,23			
Total	19	112551275				

***) Nyata pada taraf 1%

Uji Beda Nyata Terkecil (Least Significant Difference = LSD)

$$LSD\alpha = t(2s^2/r)^{1/2}$$

$$LSD_{0.05} = t_{0.05} \sqrt{2\left(\frac{85840,23}{4}\right)} = 2.131 \sqrt{2(21460,0575)} = 441,48$$

$$LSD_{0.01} = 2.947 \sqrt{2\left(\frac{85840,23}{4}\right)} = 2.947 \sqrt{2(21460,0575)} = 610,53$$

Perlakuan	A	B	C	D	E
		9448,50	9611,25	10947,75	14732,50
A	0	162,75 ^{ns}	1499,25 ^{**}	5284 ^{**}	1742 ^{**}
B		0	1336,50 ^{**}	5121,25 ^{**}	1904,75 ^{**}
C			0	3784,75 ^{**}	3241,25 ^{**}
D					7026 ^{**}
E					0

ns) tidak berbeda nyata

***) berbeda nyata pada taraf 1%

HASIL ANALISIS BAHAN

No	KODE	KOMPOSISI (%)								
		Air	Protein	Lemak Kasar	Serat Kasar	BETN	Abu	Ca	P	Energi
1.	A	95,50	18,71	8,84	31,89	16,02	24,54	2	2	2
2.	B	94,96	18,96	7,02	32,23	17,50	24,29	2	2	2
3.	C	94,33	21,22	8,97	26,59	18,16	25,06	2	2	2
4.	D	95,07	19,57	7,20	25,58	22,15	25,50	2	2	2
5.	E	95,50	19,20	7,39	14,02	38,12	21,27	2	2	2

Keterangan : 1. Kecuali air semua fraksi dinyatakan dalam bahan kering
 2. BETN = Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen

Makassar, 27 Februari 2003

Diketahui Oleh :

Ketua

M. H. M. S. M.

(IR. H. MA'NUK H. SYAM, M.Sc)
 Nip: 130 535 943

Analisis,

H. Hasanuddin

(H. HASANUDDIN)
 Nip: 130 535 969

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pasaran, Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan pada tanggal 01 Juni 1979. Penulis adalah anak ke empat dari sembilan bersaudara pasangan Muhammad Arsyad dan Hadaria. Riwayat pendidikan penulis adalah sebagai berikut :

- ⊙ Pada tahun 1991 menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 111 Pasaran Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan.
- ⊙ Pada tahun 1994 menyelesaikan Sekolah Pertama Negeri 1 Anggeraja Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan.
- ⊙ Pada tahun 1997 menyelesaikan Sekolah Menengah Umum Negeri 1 Anggeraja Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan.
- ⊙ Pada tahun 1998 diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.