

Skripsi

**PEMANFAATAN FESES KAMBING DAN FESES SAPI
SERTA ISI RUMEN SAPI SEBAGAI BAHAN BAKU
BRIKET BIOARANG**



Oleh :

PATRICIA JAMIFATI DAELY

SURABAYA - JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
1999**


**PEMANFAATAN FESES KAMBING DAN FESES SAPI
SERTA ISI RUMEN SAPI SEBAGAI BAHAN BAKU
BRIKET BIOARANG**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Hewan
pada
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga
Surabaya

Oleh :

PATRICIA J. DAELY
SURABAYA - JAWA TIMUR

Menyetujui
Komisi Pembimbing



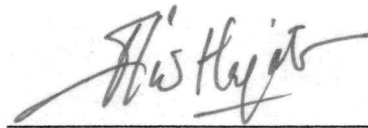
(Sri Hidanah MS., Ir.)
Pembimbing Pertama



(Retno Sri Wahjuni MS., Drh.)
Pembimbing Kedua

Setelah mempelajari dan menguji dengan sungguh-sungguh kami berpendapat bahwa tulisan ini baik ruang lingkup maupun kualitasnya dapat diajukan sebagai skripsi untuk memperoleh gelar SARJANA KEDOKTERAN HEWAN.

Menyetujui,
Panitia Penguji,



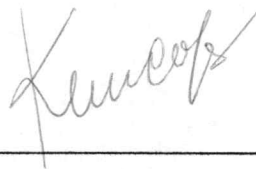
Tri Nurhayati, drh. MS.

Ketua



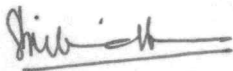
Nenny Hariyani, drh. MS.

Sekretaris



Kuncoro Puguh Santoso, drh. MKes.

Anggota



Sri Hidanah, Ir. MS.

Anggota



Retno Sri Wahjuni, drh. MS.

Anggota

Surabaya, 11 Nopember 1999

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan



Ismudiono, Dr. MS. drh.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Hewan.

Dalam penulisan skripsi ini penulis mendapat banyak pengetahuan dan pengalaman berharga yang memperkaya wawasan dan pemikiran yang penulis harap dapat berguna kelak baik bagi penulis maupun masyarakat dimana penulis mengamalkan ilmunya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu kelancaran penulisan skripsi ini, kepada

1. Bapak Ismudiono, Dr., MS, drh. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya,
2. Ibu Ir. Sri Hidanah, M.S. dan Ibu Drh. Retno Sri Wahjuni, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam pembuatan skripsi ini,

3. Kepada Bpk. Drh. Garry Cores de Vries, M.Sc., M.S. yang telah memberikan ide pembuatan skripsi dan bantuan teknis dalam pembuatan skripsi.
4. Kepada para dosen penguji Ibu Tri Nurhayati, drh. MS. , Ibu Nenny Hariyani, drh. MS. dan Bapak Kuncoro Puguh Santoso, drh. MKes. untuk saran dan kritiknya
5. Kepada kedua orang tuaku tercinta Marcus Daely & Lucia Kumalaningtyas yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Kepada mas Uwie, the one who light my life, untuk cinta dan dorongan semangat yang tak habis-habisnya. Thanks for being everything to me and for the love you taught me.
7. Kepada orang tuaku Bapak dan Ibu Soejoto atas seluruh cinta dan dorongan yang tak habis-habisnya.
8. Kepada saudara-saudaraku Hance, Marcel Boncel, Nina Ninut, Agnes Mikmak, Wawan Pendeng atas dukungan moral pada masa-masa sulit.
9. Kepada Donny, Nanang dan Hartono untuk sumber-sumber pustaka dan pengalamannya.
10. Kepada seluruh staf Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner karena memperbolehkan penulis menggunakan fasilitas laboratorium.

11. Kepada semua orang yang telah dan pernah membantu baik moril dan materiil yang belum penulis sebutkan.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi nilai guna yang bermanfaat bagi para pembaca dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Nopember 1999

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xii
 BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Landasan Teori	4
1.3. Perumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Hipotesis Penelitian	7
 BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Feses	8
2.1.1. Feses Kambing	9
2.1.2. Feses Sapi.....	10
2.2. Rumen	10
2.2.1. Isi Rumen.....	11
2.3. Briket	12
2.3.1. Briket bioarang	12
2.3.2. Perekat	12
2.3.3. Natrium Nitrat.....	13
2.3.4. Pembuatan Briket Bioarang	14
2.3.5. Manfaat Briket Bioarang	15

2.4. Pengujian Nilai Kalor Briket Bioarang Sebagai Bahan Bakar	15
2.4.1. Bahan Bakar	15
2.4.2. Nilai kalor	16

BAB III : MATERI DAN METODA

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2. Materi Penelitian	18
3.3. Metode Penelitian.....	19
3.3.1. Rancangan Percobaan	19
3.3.2. Tehnik Pengumpulan Bahan dan Pembuatan Briket Bioarang	20
3.3.3. Pengamatan dan Pengujian Briket Bioarang.....	24
3.3.3.1. Pengujian Briket Bioarang Dengan Berbagai Komposisi Terhadap Waktu Yang Dibutuhkan Untuk Mendidihkan Air Sebanyak Satu Liter.....	24
3.3.3.2. Pengujian Briket Bioarang Dengan Berbagai Komposisi Terhadap Waktu Membara Sampai Menjadi Abu	24
3.3.3.3. Pengujian Nilai Kalor Yang Terkandung Di Dalam Briket Bioarang Dengan Berbagai Komposisi Menggunakan Bom Kalorimeter	25
3.3.3.3.1. Metoda Percobaan	25
3.3.3.3.2. Langkah – Langkah Percobaan ...	26
3.3.3.4 Pengamatan Fisik Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi	26

BAB IV : HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Pengujian Briket Bioarang Dalam Berbagai Kompo-
--

sisi Terhadap Waktu Yang Dibutuhkan Untuk Mendidihkan Air Sebanyak Satu Liter	28
4.2. Hasil Pengujian Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi Terhadap Waktu Membara Sampai Menjadi Abu.....	30
4.3. Hasil Pengujian Kandungan Nilai Kalor Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi Menggunakan Bom Kalorimeter	32
4.4. Hasil Pengamatan Fisik Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi	34
BAB V : PEMBAHASAN	
5.1. Pengaruh Komposisi Briket Bioarang Terhadap Lama Waktu Pendidihan Air Sebanyak Satu Liter.....	35
5.2. Pengaruh Komposisi Briket Bioarang Terhadap Lama Waktu Membara Sampai Menjadi Abu	37
5.3. Pengaruh Komposisi Briket Bioarang Terhadap Nilai Kalor	41
5.4. Pengamatan Briket Bioarang Secara Fisik	43
5.5. Konsumsi Bahan Bakar	44
5.6. Kegunaan Briket Bioarang Sebagai Bahan Bakar Alternatif	46
BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	49
6.2. Saran	50
Daftar Pustaka	51
Lampiran	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Macam Komposisi Briket Bioarang Yang Sebagai Perlakuan Dalam Uji	22
Tabel 2. Rata – Rata Dan Simpangan Baku Waktu Yang Dibutuhkan Dari Berbagai Komposisi Briket Bioarang Untuk Mendidihkan Air Sebanyak Satu Liter.....	29
Tabel 3. Rata – Rata Dan Simpangan Baku Hasil Uji Lama Waktu Yang Dibutuhkan Briket Bioarang Sampai Menjadi Abu	31
Tabel 4. Hasil Uji Nilai Kalor Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi	33
Tabel 5. Hasil Pengamatan Fisik Briket Bioarang Dari Berbagai Komposisi	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik Rata – Rata Waktu Yang Dibutuhkan Dari Berbagai Komposisi Briket Bioarang Untuk Mendi- dihkan Air Sebanyak Satu Liter	30
Gambar 2. Grafik Rata – Rata Lama Waktu Membara Briket Bioarang Sampai Menjadi Abu	32
Gambar 3. Grafik Hasil Uji Nilai Kalor Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Proses Penelitian.....	55
Lampiran 2. Perhitungan Anova Dan Uji BNT Dari Data Lama Pendidihan Berbagai Macam Komposisi Briket Bioarang	56
Lampiran 3. Perhitungan Anova Dan Uji BNT Dari Data Lama Waktu Briket Bioarang Membara Sampai Menjadi Abu	58
Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Nilai Kalor Berbagai Macam Komposisi Briket Bioarang	60
Lampiran 5. Data Dirjen Peternakan Mengenai Jumlah Populasi dan Pemotongan Hewan Ternak di Indonesia	61
Lampiran 6. Sketsa Briket Bioarang	62
Lampiran 7. Foto – Foto Kegiatan Penelitian	63

**PEMANFAATAN FESES KAMBING DAN FESES SAPI
SERTA ISI RUMEN SAPI SEBAGAI BAHAN BAKU BRIKET
BIOARANG**

PATRICIA J. DAELY

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa limbah feses kambing, limbah isi rumen dan limbah feses sapi dapat digunakan sebagai bahan baku briket bioarang.

Briket bioarang dibuat menggunakan cara konvensional dengan proses pengeringan menggunakan oven. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan dua belas perlakuan dan tiga kali ulangan yaitu Komposisi K (feses kambing 100 %), KS_1 (feses kambing 75 % - sapi 25 %), KS_2 (feses kambing 50 % - sapi 50 %), KS_3 (feses kambing 25 % - sapi 75 %), S (feses sapi 100 %), KR_1 (feses kambing 75 % - isi rumen sapi 25 %), KR_2 (feses kambing 50 % - isi rumen sapi 50 %), KR_3 (feses kambing 25 % - isi rumen sapi 75 %), SR_1 (feses sapi 75 % - isi rumen sapi 25 %), SR_2 (feses sapi 50 % - isi rumen sapi 50 %), SR_3 (feses sapi 25 % - isi rumen sapi 75 %), R (isi rumen sapi 100 %). Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) kecuali pada pengujian nilai kalor. Percobaan yang dilakukan adalah, pengujian terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan 1 liter air, pengujian lama waktu membara sampai menjadi abu, pengujian terhadap nilai kalor dan pengamatan fisik briket bioarang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket bioarang dengan komposisi K (feses kambing 100 %) mencatat hasil terbaik pada pengujian waktu untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter yang tidak berbeda nyata dengan komposisi KS_1 (feses kambing 75 % - feses sapi 25 %). Pada pengujian waktu membara briket bioarang sampai menjadi abu komposisi R (isi rumen 100 %) menghasilkan waktu terlama yang tidak berbeda nyata dengan komposisi SR_3 (feses sapi 25 % - isi rumen 75 %) dan KR_3 (feses kambing 25 % - isi rumen sapi 75 %). Pengujian terhadap nilai kalor nilai tertinggi dihasilkan komposisi K (feses kambing 100 %) dan komposisi R nilai kalornya paling rendah. Pengamatan terhadap sifat fisik briket bioarang menunjukkan bahwa briket bioarang berwarna hitam, tidak berbau (seperti bahan asal) dan asap yang dihasilkan sedikit.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah adalah suatu bahan terbuang yang berasal dari suatu sumber aktivitas manusia atau proses alam yang belum atau tidak mempunyai nilai ekonomis bahkan mempunyai nilai ekonomi negatif akibat biaya yang dibutuhkan untuk membuang dan membersihkan agar tidak mencemari lingkungan (Cores de Vries, 1997).

Feses merupakan hasil akhir dari proses pencernaan (Widarto dan Suryanta, 1995) merupakan salah satu limbah peternakan seperti halnya hasil samping peternakan lain yaitu darah, bulu, kulit dan isi rumen dan lain-lain. Isi rumen adalah sisa-sisa pencernaan ternak ruminansia semasa hidup dan merupakan limbah yang banyak terdapat pada Rumah Potong Hewan.

Perkembangan populasi dan produksi ternak nasional selama Pembangunan Jangka Panjang I terus mengalami peningkatan. Data dari Dirjen Peternakan tahun 1997 pada lampiran 5 menunjukkan kecenderungan peningkatan tersebut

seiring dengan peningkatan kebutuhan masyarakat akan protein hewani.

Peningkatan populasi dan pemotongan hewan ternak membawa konsekuensi makin bertambahnya limbah peternakan berupa feses dan isi rumen. Diperkirakan jumlah rata-rata feses yang dihasilkan ternak per hari yaitu sapi atau kerbau sebanyak 20 - 30 kg, sedang kambing atau domba 1,5 - 2,5 kg (Sasimowski, 1987). Berat rata-rata isi rumen segar ternak per ekor diperkirakan untuk kerbau atau sapi 30,5 kg, kambing 2,09 kg, dan domba 2,58 kg (Swandiyastuti, 1980). Limbah hasil samping peternakan tersebut bila tidak dimanfaatkan dapat menimbulkan masalah pada penanganan maupun akibatnya terhadap pencemaran lingkungan.

Secara tradisional limbah feses biasanya dimanfaatkan sebagai pupuk, tetapi dalam perkembangannya limbah feses tersebut dapat diolah atau digunakan sebagai sumber energi. Dalam sejarah manusia, di daerah-daerah yang sulit mendapatkan kayu seperti di Persia, feses ternak ruminansia besar telah digunakan sebagai bahan bakar setelah melalui proses pengeringan terlebih dahulu (Adams, 1900), sehingga dapat dikatakan penggunaan feses ternak ruminansia sebagai bahan bakar telah diterima manusia sejak jaman dahulu.

Limbah isi rumen, terutama ternak sapi, sampai sekarang masih menimbulkan masalah yang pelik baik pada penanganan maupun akibatnya pada pencemaran lingkungan. Pemanfaatannya secara serius pun belum dilakukan secara maksimal. Menurut Donald *et al.*, 1987 di dalam isi rumen masih terkandung serat kasar yang tinggi khususnya lignin, selulosa dan hemiselulosa yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif (Widarto dan Suryanta, 1995)

Kambing dan domba merupakan hewan ruminansia yang cukup besar populasinya di Indonesia. Penanganan feses kambing dan domba selama ini kurang begitu diperhatikan masyarakat dibandingkan hewan ternak lain. Biasanya feses tersebut dibiarkan menumpuk atau dibuang begitu saja. Pemanfaatannya sebagai kompos pun sangat jarang dibandingkan ternak sapi karena sifat-sifat fisik feses kambing dan domba yang lebih kering dan panas dibandingkan dengan feses sapi (Sasimowski, 1987), sehingga apabila digunakan sebagai bahan pupuk dapat menyebabkan tanaman menjadi kering.

Berdasarkan latar belakang tersebut perlu diteliti kemungkinan pemanfaatan limbah feses kambing dan domba seperti halnya limbah feses dan isi rumen sapi sebagai sumber energi alternatif berbentuk briket bioarang. Hal ini dimungkinkan

karena terdapat banyak kesamaan fisiologi dan sistem pencernaan antara sapi dengan kambing dan domba. Pemanfaatan limbah feses kambing dan domba sebagai briket bioarang yang mudah dan murah ini diharapkan dapat mengoptimalkan nilai guna limbah feses kambing dan domba, serta membantu mencegah pencemaran lingkungan dan kemungkinan gangguan terhadap kesehatan masyarakat selain memberi manfaat ekonomi.

1.2. Landasan Teori

Kambing merupakan hewan ruminansia yang memiliki kesamaan sistem pencernaan dengan ruminansia lain seperti sapi dan domba. Sistem pencernaan ruminansia sifatnya sangat unik yang mencerna selulose melalui simbiosis dengan mikroorganisme. Bagian rumen merupakan lambung dimana sebagian besar bahan makanan dicerna menjadi partikel-partikel yang lebih kecil dengan gerakan mekanik lambung dan bantuan mikroorganisme di dalamnya (Schmidt dan Nielsen, 1994).

Biomassa adalah bahan-bahan organik yang berasal dari jasad hidup, baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan menurut Johanes dalam bukunya Widarto dan Suryanta, (1995), sehingga dapat dikatakan bahwa bahan-bahan non karkas dari ternak, termasuk feses dan isi rumen, merupakan biomassa. Biomassa

tersebut apabila digunakan secara langsung sebagai bahan bakar maka pembakarannya kurang efisien maka perlu diubah menjadi energi kimia bioarang terlebih dahulu (Boyles, 1984).

1.3. Perumusan Masalah

1. Dapatkah limbah feses kambing, isi rumen dan feses sapi digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket bioarang?
2. a. Bagaimanakah hasil dan daya guna penggunaan briket bioarang dari bahan baku limbah feses kambing, isi rumen, feses sapi serta kombinasi ketiga bahan pada pengujian lama waktu pendidihan air ?
b. Bagaimanakah hasil dan daya guna penggunaan briket bioarang dari bahan baku limbah feses kambing, isi rumen, feses sapi serta kombinasi ketiga bahan pada lama waktu membara sampai menjadi abu ?
c. Bagaimanakah hasil dan daya guna penggunaan briket bioarang dari bahan baku limbah feses kambing, isi rumen, feses sapi serta kombinasi ketiga bahan pada pengujian nilai kalor ?

1.4. Tujuan Penelitian

1. Membuat briket bioarang dari limbah feses kambing, isi rumen dan feses sapi berdasarkan metoda sederhana dengan menggunakan oven pada proses pengeringan.
2. Untuk mengetahui manakah yang terbaik antara limbah feses kambing dengan isi rumen, feses sapi serta kombinasi ketiga bahan sebagai bahan baku briket bioarang pada pengujian lama waktu pendidihan air, lama waktu membara sampai menjadi abu dan nilai kalor.
3. Untuk membuktikan bahwa limbah feses kambing dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar yang berguna dan memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan nilai ekonomi limbah feses kambing, isi rumen dan feses sapi dengan cara digunakan sebagai briket bioarang.
2. Memberikan penawaran kepada masyarakat bahwa briket bioarang dari limbah feses kambing, isi rumen dan feses sapi dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.
3. Pemanfaatan limbah feses kambing, isi rumen dan feses sapi sebagai briket bioarang yang dapat memberikan nilai tambah

dari produk hewan dan keuntungan tambahan pada peternak disamping mengurangi pencemaran lingkungan.

1.6. Hipotesis Penelitian

1. Limbah feses kambing, isi rumen dan feses sapi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket bioarang.
2. a. Briket bioarang dari bahan limbah feses kambing, isi rumen, feses sapi serta kombinasi ketiga bahan memberikan perbedaan yang berpengaruh pada lama waktu mendidihkan air.
b. Briket bioarang dari bahan limbah feses kambing, isi rumen, feses sapi serta kombinasi ketiga bahan memberikan perbedaan yang berpengaruh pada lama waktu membara sampai menjadi abu
c. Briket bioarang dari bahan limbah feses kambing, isi rumen, feses sapi serta kombinasi ketiga bahan memberikan perbedaan pada nilai kalor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Feses

Feses adalah hasil akhir dari proses pencernaan makanan oleh sistem pencernaan (Widarto dan Suryanta, 1995). Feses hewan kadar airnya memiliki variasi yang cukup besar berdasarkan spesiesnya. Feses yang paling sedikit kadar airnya adalah domba dan kambing diikuti oleh kuda, babi dan sapi dimana feses hewan-hewan berikutnya pada umumnya lebih lembab (Sasimowski, 1987).

Limbah peternakan yang berupa feses dan sisa pakan memerlukan penanganan secara khusus. Mc. Kiney dalam buku Widarto dan Suryanta (1995) mengatakan bahwa penanganan limbah peternakan yang biasa dilakukan oleh para petani/peternak adalah dengan menampung di kolam terbuka sehingga proses fermentasi aerobik dan degradasi senyawa organik berlangsung sangat lambat. Hal ini jelas kurang sedap untuk dipandang dan berbau busuk yang menyengat hidung dan dapat menjadi sumber polusi.

Limbah peternakan feses yang jumlahnya melimpah biasanya digunakan oleh petani/peternak hanya untuk pupuk, yang penggunaannya dapat berkompetisi dengan pupuk buatan, padahal disamping sebagai pupuk kandang, limbah peternakan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk bahan bakar, dengan terlebih dahulu dibuat briket bioarang (Widarto dan Suryanta, 1995)

2.1.1. Feses Kambing

Feses kambing digolongkan sebagai limbah peternakan, disamping itu masih mempunyai nilai guna sebagai pupuk atau bahan bakar. Kandungan bahan organik dan non organik dari feses kambing bervariasi tergantung pada komposisi pakannya (Gatenby, 1986).

Data yang dapat diperoleh mengenai komposisi feses kambing sedikit sekali. Ternak kambing yang dipelihara di padang penggembalaan daerah tropik biasanya mempunyai komposisi feses 2 % nitrogen, 0,4 % fosfor dan 1,7 % kalium dari berat keringnya (Cooke, 1967).

Energi yang terkandung pada bahan organik feses kambing adalah antara 3 MJ kg⁻¹DM dengan diet konsentrat sampai 8 MJ kg⁻¹DM untuk diet dengan serat kasar tinggi (Mc

Donald *et al.*, 1981). Kandungan energi ini penting dalam penggunaan feses sebagai bahan bakar seperti halnya kandungan mineral penting bila feses digunakan sebagai pupuk (Gatenby, 1986).

2.1.2. Feses Sapi

Feses sapi banyak mengandung karbohidrat terutama jenis selulosa atau serat-seratan disamping protein dan lemak (Widarto dan Suryanta, 1995). Menurut Ruckebush dan Thievend (1980) feses sapi mengandung serat kasar, dinding sel, lignin dengan kandungan air sebanyak 85 % . Senyawa tersebut sangat potensial untuk sumber karbon yang merupakan penyusun utama dari briket bioarang

Komposisi kimia feses sapi adalah berat kering 21,24 %, serat kasar 36,64 %, kadar abu 22,11 %, protein 6,74 %, lemak 2,45 %, kalsium 0,43 %, phospor 2,24 % (Widarto dan Suryanta, 1995).

2.2. Rumen

Ruminansia secara anatomis memiliki empat macam lambung yaitu rumen, retikulum, omasum, dan abomasum. Rumen menempati sebagian besar sisi kiri rongga abdomen (Frandsen,

1992). Total besar lambung ruminansia 80 % adalah rumen (Girinda, 1994).

Aliran pakan dalam saluran pencernaan pada ruminansia diawali dari bagian mulut. Setelah dikunyah secara mekanis, makanan masuk ke dalam rumen. Pakan yang telah dimakan masuk melalui retikulum dengan 30-50 % partikel besar telah didegradasi secara fisik menjadi partikel yang lebih kecil. Selanjutnya dengan ruminansi partikel-partikel didegradasi (Blakely dan Bade, 1991)

2.2.1. Isi Rumen

Isi rumen adalah zat-zat atau bahan-bahan yang terdapat dalam rumen sapi. Zat-zat yang terkandung dalam rumen sapi tersebut dapat berupa protein, mineral dan vitamin disamping serat kasar yang tinggi (Sihombing dan Simamora, 1979). Sedangkan limbah isi rumen merupakan bahan makanan yang terdapat di dalam rumen sebelum menjadi feses serta dikeluarkan dari rumen setelah hewan dipotong (Astuti, 1988).

Limbah isi rumen masih mengandung bahan berserat, lignin, selulosa dan hemiselulosa (Ruckebush dan Thievend, 1980; McDonald *et al* 1987). Kandungan serat kasar berdasar

bahan kering isi rumen sapi dapat mencapai 29,86 % (Poernomo, 1988).

2.3. Briket

2.3.1. Briket Bioarang

Briket bioarang adalah arang yang diperoleh dengan membakar tanpa udara (pirolisis) dari biomassa (Seran, 1990). Bioarang mempunyai nilai bakar yang lebih tinggi dibanding biomassa. Sebagai gambaran nilai bakar biomassa adalah sebesar 3.300 kkal sedangkan nilai bakar bioarang adalah sebesar 5.000 kkal (Widarto dan Suryanta, 1995).

2.3.2. Perekat

Perekat merupakan substansi yang memiliki kemampuan untuk mempersatukan benda sejenis atau tidak melalui ikatan permukaan (Sutigno, 1988). Perekat dapat digolongkan berdasarkan beberapa hal yaitu segi pemakaian, bentuk, suhu serta asal bahan.

Berdasarkan segi pemakaian, perekat dapat dibedakan menjadi perekat siap pakai dan tidak siap pakai. Berdasarkan bentuknya, perekat dibagi menjadi perekat bentuk padat dan cair. Selanjutnya bila ditinjau dari suhu, perekat terbagi atas perekat

pengempaan panas dan dingin sedang bila dilihat dari bahan asalnya perekat dapat digolongkan menjadi perekat alami dan perekat sintetis (Sutigno, 1988).

Bahan perekat sederhana dan mudah didapat adalah kanji. Pembuatan lem kanji adalah dengan cara mencampur tepung kanji ditambah dengan air dan diaduk di atas api sampai menjadi perekat (Cores de Vries, 1997).

2.3.3. Natrium Nitrat

Satu-satunya nitrat komersial adalah natrium nitrat. Natrium nitrat merupakan kristal transparan berbentuk serbuk. Penggunaan utama dari natrium nitrat adalah di bidang pertanian yaitu sebagai pupuk. Selain itu nitrat dalam industri juga digunakan sebagai oksidator dan bahan baku peledak. Dalam industri briket dan batubara natrium nitrat juga dipakai sebagai bahan tambahan untuk mempermudah pembakaran. Pada bidang kesehatan dan nutrisi natrium nitrat berfungsi sebagai antimikroba dan pengawet dari produk-produk yang berasal dari daging. (Kirk dan Othmer, 1988). Natrium nitrat juga mempunyai fungsi sebagai oksidator yaitu dengan melepaskan oksigen dan membakar serbuk arang (Taggart, 1960 ; Hartoyo, 1984)

2.3.4. Pembuatan Briket Bioarang

Briket bioarang dapat dibuat dengan dua cara yaitu bahan organik diarangkan lebih dahulu kemudian dicetak atau dengan mencetak bahan organik terlebih dahulu kemudian diarangkan (Widarto dan Suryanta, 1995). Pengarangan bahan organik ini dilakukan dengan cara pirolisa yaitu dibakar di ruang dengan sesedikit mungkin oksigen.

Mekanisme pembuatan briket menyangkut hubungan ikatan antara partikel-partikel dari bahan bakar yang akan dibriket dengan pengaruh perubahan proses terhadap ikatan tersebut. Proses pengarangan ini dimaksudkan untuk meningkatkan kadar karbon dalam bahan dengan memecah ikatan-ikatan kimianya sehingga dapat meningkatkan nilai energi dan memperbaiki sifat pembakarannya (Sumaryono *dkk.*, 1990).

Briket yang baik adalah briket yang mempunyai karakteristik cukup kuat terhadap *handling*, mempunyai bentuk seragam dan tahan terhadap kelembaban udara. Dari syarat-syarat tersebut maka briket sangat sesuai untuk keperluan industri kecil dan rumah tangga (Tjokrowisastro dan Widodo, 1986).

2.3.5. Manfaat Briket Bioarang

Briket bioarang memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan arang biasa atau konvensional yaitu antara lain bentuk dan ukurannya seragam, mudah dibuat dan mampu menghasilkan panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan arang biasa (Widarto dan Suryanta, 1995). Penggunaan briket bioarang sebagai salah satu bahan alternatif dengan menggunakan bahan baku dari limbah peternakan sehingga dapat mengurangi limbah buangan (Cores de Vries, 1997).

2.4. Pengujian Nilai Kalor Briket Bioarang Sebagai Bahan Bakar

2.4.1. Bahan Bakar

Bahan bakar adalah bahan yang dibakar untuk menghasilkan sejumlah energi, salah satunya adalah dalam bentuk panas. Panas adalah suatu bentuk energi yang dapat berpindah semata-mata karena perbedaan temperatur. Satuan yang digunakan untuk menyatakan jumlah panas yang terkandung dalam bahan bakar adalah kalori (Anonimus, 1993).

Bahan bakar mempunyai karakteristik dan kandungan unsur kimia yang berbeda berdasarkan kondisi fisiknya. Unsur-unsur kimia yang terkandung dalam bahan bakar yang berperan

dalam pembakaran utamanya adalah C (karbon), H (hidrogen), O (oksigen), N (nitrogen), dan S (belerang) (Tjokrowisastro dan Widodo, 1986).

Nilai kalor dari bahan bakar perlu diketahui untuk memilih bahan bakar yang baik. Pengujian nilai kalor dari bahan bakar biasanya dilakukan dengan pengujian Bom Kalorimeter untuk bahan bakar padat dan cair (Anonimus, 1993).

2.3.2. Nilai Kalor

Pembakaran adalah proses kimia yang berlangsung jika suatu zat direaksikan dengan oksigen pada temperatur dan tekanan tertentu. Dari proses pembakaran ini akan dihasilkan energi panas (Anonimus, 1993).

Jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna per satuan massa atau volume bahan bakar didefinisikan sebagai nilai kalor bahan bakar (Corbitt, 1990).

Nilai kalor bahan bakar dibedakan menjadi Nilai Kalor Atas (NKA) yaitu bila H_2O hasil pembakaran dalam fase cair jenuh dan Nilai Kalor Bawah (NKB) yaitu bila H_2O hasil pembakaran dalam fase gas. Selisih antara NKA dan NKB

merupakan panas laten penguapan total massa air yang terkandung dalam bahan bakar (Corbitt, 1990).

Hukum kekekalan energi dapat diterapkan pada pengukuran ini dengan menganggap bahwa bom kalorimeter terisolasi sempurna, yaitu energi panas yang dibebaskan selama pembakaran sampel sama dengan energi panas yang diserap oleh air dan perangkat kalorimeter (Anonimus, 1993).

BAB III

MATERI DAN METODA

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama dua bulan dimulai pada 15 April 1999 sampai 14 Mei 1999. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya dan di Laboratorium Teknik Pembakaran Dasar Dan Bahan Bakar, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya.

3.2. Materi Penelitian

Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan briket bioarang terdiri dari tiga macam bahan. Bahan tersebut adalah limbah feses kambing dari peternakan kambing milik Bapak Anton di jalan Kedung Baruk Surabaya serta limbah isi rumen dan feses sapi yang diperoleh dari Rumah Potong Hewan Kedurus Surabaya.

Bahan lain yang digunakan dalam pembuatan briket bioarang ini adalah natrium nitrat, kanji dan air. Natrium nitrat

berfungsi sebagai triger pembakaran briket. Kanji digunakan sebagai perekat organik sederhana dengan air sebagai pelarut dari kanji. Korek api dan minyak tanah juga digunakan dalam penelitian ini pada saat dilakukan pengujian efektifitas briket bioarang.

Alat-alat yang dipakai terbagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah alat-alat yang digunakan untuk membuat briket bioarang. Kelompok kedua adalah peralatan yang digunakan untuk menguji keduabelas macam komposisi briket. Alat-alat yang digunakan untuk membuat briket bioarang adalah cetakan, pengaduk, drum dan bak pencampur bahan, alat pengempa manual, oven pengering, timbangan, panci, kompor, dan alat penghalus bahan berupa penumbuk. Sedangkan alat untuk menguji keduabelas macam komposisi briket bioarang adalah panci, gelas ukur, korek api, stopwatch, thermometer dan tungku.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan pengacakan menggunakan bilangan acak. Jumlah perlakuan yang dilaksanakan adalah 12 dengan masing-masing 3 ulangan sehingga diperlukan 36 unit

percobaan untuk setiap parameter pengujian kecuali pada pengujian nilai kalor dan pengamatan fisik yang kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Model matematika Rancangan Acak Lengkap yang digunakan untuk analisis data adalah :

$$Y_{ij} = \varphi + \tau_i + \Sigma_{ij}$$

keterangan :

Y_{ij} = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i, ulangan ke-j

φ = Nilai tengah umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

Σ_{ij} = Pengaruh acak (kesalahan percobaan) pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

i = banyaknya perlakuan

j = banyaknya ulangan

(Kusriningrum, 1989)

3.3.2. Tehnik Pengumpulan Bahan dan Pembuatan Briket Bioarang

Pengumpulan limbah isi rumen sapi potong dilakukan dengan cara mengambil limbah isi rumen sapi potong yang telah dipotong. Selanjutnya ditampung dalam bak penampung serta

dikeringkan untuk menghilangkan bau dan mengurangi kandungan air sebelum dibuat menjadi briket bioarang. Pengambilan limbah isi rumen sapi potong di tempat penampungan khusus isi rumen agar tidak terkontaminasi limbah lain.

Feses diambil dari kandang dan bak pembuangan limbah feses di Rumah Potong Hewan Kedurus Surabaya kemudian ditampung dalam bak penampung lalu dikeringkan.

Briket bioarang yang dibuat adalah briket bioarang dengan komposisi bahan baku yang sejenis (homogen) dan campuran (heterogen) dari ketiga jenis bahan baku. Komposisi sejenis misalnya briket bioarang dari feses atau limbah isi rumen saja. Sedang untuk campuran terdiri dari dua jenis bahan, misalkan feses kambing dengan feses sapi atau feses kambing dengan limbah isi rumen sapi. Pembuatan briket bioarang dengan masing-masing komposisi bahan dengan cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 5 cm dan tinggi 8 cm dengan lubang di tengah berukuran diameter 2 cm dan tinggi 6 cm. Hal ini disesuaikan dengan kondisi dan kemudahan pemakaian serta pengujian terhadap keduabelas macam komposisi briket bioarang.

Proses pembuatannya diawali dengan pengeringan bahan baku limbah isi rumen dan feses di bawah sinar matahari dan dilanjutkan dalam oven untuk mencapai kadar air yang diinginkan

(15-20%) yang ditandai dengan jika diremas menggunakan tangan bahan akan pecah dan terurai. Selanjutnya dilakukan pengarangan dengan cara bahan dibakar dalam drum dan api dimatikan segera setelah bahan menjadi arang (bahan tidak sampai menjadi abu).

Setelah proses pengarangan selesai proses pembuatan dilanjutkan dengan membuat komposisi bahan briket bioarang. Briket bioarang tersebut dibuat dalam dua belas macam komposisi yang secara rinci dapat diuraikan pada tabel 1.

Tabel 1. Macam Komposisi Briket Bioarang Yang Dipakai Sebagai Perlakuan

No	Perlakuan	Komposisi
1	K	feses kambing 100 %
2	KS ₁	feses kambing 75 % - feses sapi 25 %
3	KS ₂	feses kambing 50 % - feses sapi 50 %
4	KS ₃	feses kambing 25 % - feses sapi 75 %
5	S	feses sapi 100 %
6	KR ₁	feses kambing 75 % - isi rumen sapi 25 %
7	KR ₂	feses kambing 50 % - isi rumen sapi 50 %
8	KR ₃	feses kambing 25 % - isi rumen sapi 75 %
9	SR ₁	feses sapi 75 % - isi rumen sapi 25 %
10	SR ₂	feses sapi 50 % - isi rumen sapi 50 %
11	SR ₃	feses sapi 25 % - isi rumen sapi 75 %
12	R	isi rumen sapi 100 %

Kedua belas macam komposisi tersebut masing-masing kemudian ditambah dengan natrium nitrat sebanyak 5% dari bahan briket. Natrium nitrat ini dimaksudkan sebagai triger untuk memudahkan pembakaran briket.

Setelah penentuan macam komposisi bahan briket bioarang selanjutnya bahan dicampur dengan perekat. Perekat yang digunakan adalah kanji yang telah diencerkan dengan cara dimasak sampai menjadi perekat. Tujuan pengenceran ini adalah agar perekat dapat bercampur dengan bahan. Bahan yang telah dicampur perlu diaduk dengan maksud agar bahan-bahan tersebut tercampur dengan merata di setiap bagian bahan briket bioarang. Setelah tercampur rata kemudian bahan dicetak dalam bentuk silinder dengan alat cetakan lalu dikeringkan dalam oven.

Briket bioarang hasil cetakan dimasukkan dan ditata di masing-masing ansang oven hingga penuh, kemudian pintu oven ditutup rapat. Pengeringan dilakukan pada suhu $60-70^{\circ}\text{C}$ selama lebih kurang 3 jam. Selanjutnya pintu oven dibuka lalu dibiarkan beberapa saat hingga dingin. Kemudian briket bioarang yang telah terbentuk siap diuji.

3.3.3. Pengamatan dan Pengujian Briket Bioarang

3.3.3.1. Pengujian Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi Terhadap Waktu yang Dibutuhkan untuk Mendidihkan Air Sebanyak Satu Liter

Perlakuan yang diberikan untuk mengukur efektifitas pemanasan briket bioarang terhadap kecepatan waktu pendidihan air. Pengujian dilakukan dengan metode langsung yaitu dengan cara membakar briket bioarang di dalam tungku yang di atasnya terletak panci berisi air sebanyak satu liter untuk dipanaskan hingga mencapai suhu 100°C (mendidih) yang ditunjukkan oleh thermometer.

Penghitungan kecepatan waktu pencapaian pendidihan air adalah dimulai saat api dinyalakan sampai suhu air mencapai 100°C (mendidih). Secara rinci data dicatat dalam bentuk tabel. Data tersebut selanjutnya dianalisis dan diuji statistik Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan hasil terbaik.

3.3.3.2. Pengujian Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi Terhadap Waktu Membara Sampai Menjadi Abu

Perlakuan yang diberikan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan briket bioarang untuk menjadi abu juga terdiri dari 12 macam komposisi. Pengujian ini dilakukan dengan metoda langsung yaitu dengan cara membakar briket bioarang dalam

tungku dan diamati waktu yang dibutuhkan sampai menjadi abu yang ditunjukkan dengan tidak adanya bara api yang tersisa.

Penghitungan kecepatan waktu pencapaian menjadi abu adalah dimulai dari saat api dinyalakan sampai dengan briket bioarang menjadi abu dan tidak ada bara api yang tersisa. Secara rinci kemudian data dicatat dalam tabel. Data tersebut selanjutnya dianalisis dan diuji statistik Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui komposisi mana yang memberikan hasil terbaik.

3.3.3.3. Pengujian Kandungan Nilai Kalor Dalam Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi Menggunakan Bom Kalorimeter

3.3.3.3.1. Metoda Percobaan

Pada percobaan ini digunakan metoda adiabatik dimana temperatur jaket kalorimeter diset konstan sesuai dengan temperatur kalorimeter sehingga tidak terjadi kerugian panas selama pembakaran berlangsung.

Dari hasil percobaan diperoleh hasil yang berupa Nilai Kalor dari masing-masing spesimen. Percobaan dilakukan dengan 12 (dua belas) perlakuan dengan 1 (satu) kali pengujian (tanpa perulangan) untuk setiap jenis perlakuan.

3.3.3.3.2. Langkah-Langkah Percobaan

- a. Persiapan alat (oleh operator)
- b. Persiapan sample : berat spesimen antara 0,9 – 1,1 gram untuk masing-masing spesimen
- c. Letakkan spesimen pada holder
- d. Pengujian nilai kalor (oleh operator)
- e. Pengambilan data uji

3.3.3.4. Pengamatan Fisik Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi

Pengamatan fisik terhadap briket bioarang didasarkan pada ciri-ciri fisik berupa warna bau, serta asap yang ditimbulkan pada saat dibakar. Pengamatan ini dilakukan oleh lima orang berbeda yang dipilih secara acak dari Mahasiswa Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Pengamatan ini hanya dilakukan sekali dan tidak dilakukan ulangan maupun pengujian statistik.

Ukuran banyak atau sedikitnya asap yang dihasilkan dilihat dari berapa lama asap terlihat selama proses pembakaran. Apabila asap terlihat lebih dari 10 menit dari awal pembakaran maka dikatakan asap yang dihasilkan banyak. Demikian

sebaliknya bila asap hilang sebelum 10 menit maka dikatakan asap yang dihasilkan sedikit.

Bau yang dimaksudkan pada pengamatan ini adalah apakah briket tersebut baunya sama dengan bau bahan asal/bahan baku briket tersebut. Dalam hal ini apakah briket tersebut masih menghasilkan bau khas feses kambing, feses sapi dan juga bau isi rumen basah.

Pengamatan warna briket bioarang yang dimaksud adalah melihat secara langsung briket bioarang dengan mata telanjang tanpa menggunakan alat khusus.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Pengujian Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi Terhadap Waktu yang Dibutuhkan untuk Mendidihkan Air Sebanyak Satu Liter

Setelah dilakukan pengujian terhadap briket bioarang dengan pembakaran di dalam tungku yang di atasnya telah diberi panci berisi satu liter air dan thermometer, dicatat bahwa komposisi K (feses kambing 100 %) memberikan rata-rata hasil terbaik (waktu pendidihan tercepat) yaitu 15,07 menit, sedang rata-rata waktu terlama 27,60 menit dicatat dari komposisi R (isi rumen 100 %). Hasil rata-rata pencatatan waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter dapat dilihat pada tabel 2.

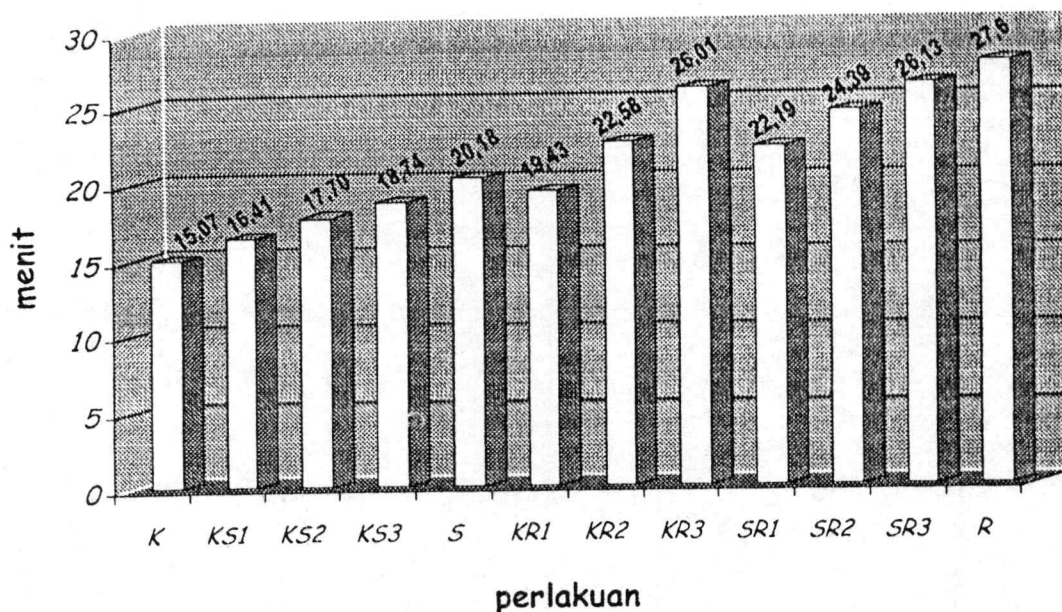
Dari hasil analisis statistika dengan uji F, diperoleh hasil $F_{hitung} > F_{tabel}$. Kemudian setelah dilakukan Uji Beda Nyata Jujur untuk mengetahui komposisi manakah yang paling baik (paling cepat mendidihkan air), komposisi K menunjukkan hasil dengan waktu tercepat yang tidak berbeda nyata dengan komposisi KS_1 , sedang komposisi R adalah komposisi dengan hasil terendah (waktu pendidihan terlama) yang tidak berbeda nyata dengan komposisi SR_3 dan KR_3 .

Tabel 2 : Rata-Rata Dan Simpangan Baku Waktu Yang Dibutuhkan Dari Berbagai Komposisi Briket Bioarang Untuk Mendidihkan Air Sebanyak 1 Liter

No	Komposisi	Waktu (menit)
1	K	15,07 ^g ± 0,7000
2	KS ₁	16,41 ^g ± 0,6510
3	KS ₂	17,70 ^f ± 0,4236
4	KS ₃	18,74 ^e ± 0,3196
5	S	20,18 ^d ± 0,3670
6	KR ₁	19,43 ^e ± 1,1765
7	KR ₂	22,58 ^c ± 0,5316
8	KR ₃	26,01 ^b ± 0,5624
9	SR ₁	22,19 ^c ± 0,3000
10	SR ₂	24,39 ^b ± 0,4821
11	SR ₃	26,13 ^a ± 0,2502
12	R	27,60 ^a ± 0,7044

Keterangan :

- Komposisi K : Komposisi feses kambing 100 %
- Komposisi KS₁ : Komposisi feses kambing 75 % dan sapi 25 %
- Komposisi KS₂ : Komposisi feses kambing 50 % dan sapi 50 %
- Komposisi KS₃ : Komposisi feses kambing 25 % dan sapi 75 %
- Komposisi S : Komposisi feses sapi 100 %.
- Komposisi KR₁ : Komposisi feses kambing 75 % dan isi rumen sapi 25 %
- Komposisi KR₂ : Komposisi feses kambing 50 % dan isi rumen sapi 50 %
- Komposisi KR₃ : Komposisi feses kambing 25 % dan isi rumen sapi 75 %
- Komposisi SR₁ : Komposisi feses sapi 75 % dan isi rumen sapi 25 %
- Komposisi SR₂ : Komposisi feses sapi 50 % dan isi rumen sapi 50 %
- Komposisi SR₃ : Komposisi feses sapi 25 % dan isi rumen sapi 75 %
- Komposisi R : Komposisi isi rumen sapi 100 %



Gambar 1. Grafik Rata-Rata Waktu Yang Dibutuhkan Dari Berbagai Komposisi Briket Bioarang Untuk Mendidihkan Air Sebanyak 1 Liter

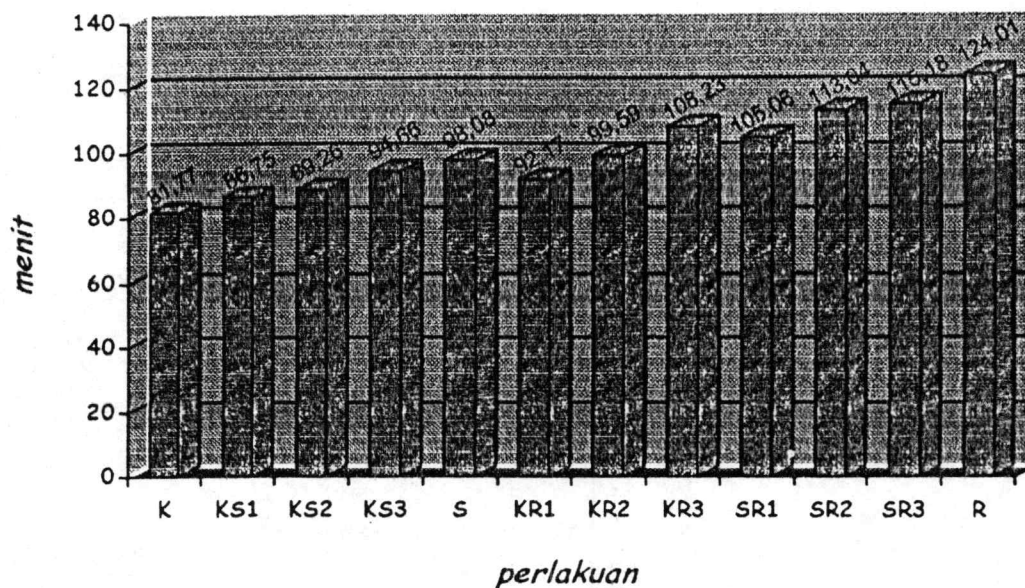
4.2. Hasil Pengujian Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi Terhadap Waktu Membara Sampai Menjadi Abu

Dari pengujian terhadap lama waktu briket bioarang dalam berbagai komposisi menjadi abu dapat dicatat bahwa waktu terlama adalah komposisi R (isi rumen sapi 100 %) dengan rata-rata waktu 124,01 menit, dan waktu tercepat dicatat oleh komposisi K (feses kambing 100 %) dengan rata-rata waktu 81,77 menit. Rataan hasil uji seluruhnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 : Rata-Rata Dan Simpangan Baku Hasil Uji Lama Waktu Yang Dibutuhkan Briket Bioarang Sampai Menjadi Abu

No	Komposisi	Waktu (menit)
1	K	81,77 ^a ± 1,5975
2	KS ₁	86,75 ^b ± 1,0800
3	KS ₂	89,26 ^c ± 0,1709
4	KS ₃	94,66 ^d ± 1,0170
5	S	98,08 ^e ± 0,9943
6	KR ₁	92,17 ^f ± 1,1984
7	KR ₂	99,59 ^{fg} ± 2,1300
8	KR ₃	108,23 ^{gh} ± 5,1425
9	SR ₁	105,06 ^{hi} ± 0,4446
10	SR ₂	113,04 ⁱ ± 3,1135
11	SR ₃	115,18 ^j ± 0,4760
12	R	124,01 ^j ± 0,3602

Hasil uji lama waktu briket bioarang sampai menjadi abu pada tabel 3. kemudian dianalisa dengan uji F dengan hasil F hitung > F tabel. Selanjutnya data tersebut diuji dengan Uji Beda Nyata Jujur untuk mengetahui komposisi mana yang mencatat hasil terbaik (waktu yang dibutuhkan sampai menjadi abu paling lama). Dari uji didapat yang terbaik adalah komposisi R yang berbeda nyata dengan komposisi lainnya, sedang hasil terendah adalah komposisi K yang tidak berbeda nyata dengan komposisi KS₁.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Lama Waktu Briket Bioarang Dengan Berbagai Komposisi

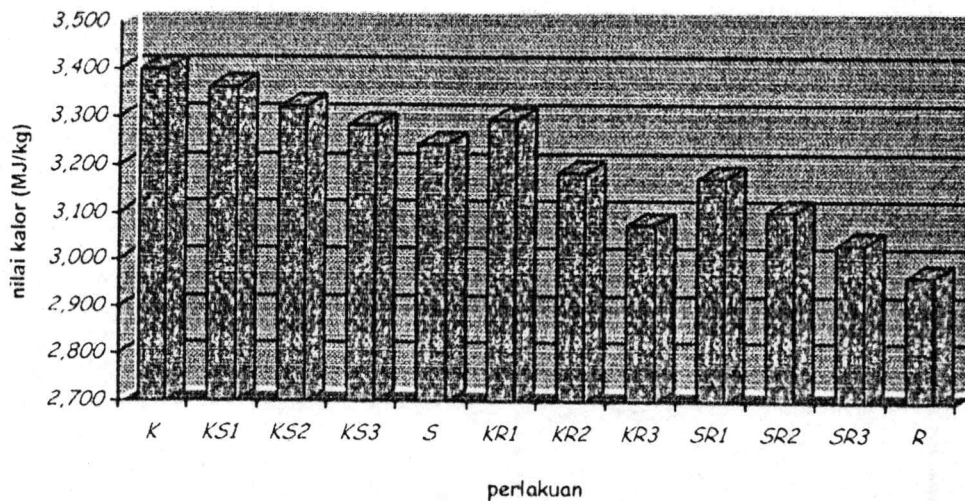
4.3. Hasil Pengujian Kandungan Nilai Kalor Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi Menggunakan Bom Kalorimeter

Pengujian terhadap nilai kalor briket bioarang dalam berbagai komposisinya menunjukkan hasil paling besar adalah briket bioarang dengan komposisi K (feses kambing 100 %) dengan nilai kalor $3,401 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ DM}$ sedang hasil terkecil adalah komposisi R (isi rumen sapi 100 %) dengan nilai kalor $2,967 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ DM}$. Hasil uji selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Nilai Kalor Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi

No	Komposisi	Nilai Kalor (MJ/kg)
1	K	3,401
2	KS ₁	3,362
3	KS ₂	3,322
4	KS ₃	3,283
5	S	3,243
6	KR ₁	3,293
7	KR ₂	3,184
8	KR ₃	3,076
9	SR ₁	3,174
10	SR ₂	3,105
11	SR ₃	3,036
12	R	2,967

Berikut ini adalah grafik hasil uji nilai kalor :



Gambar 3 : Grafik Hasil Uji Nilai Kalor Briket Bioarang Dalam Berbagai Komposisi

4.4. Hasil Pengamatan Fisik Briket Bioarang Dengan Berbagai Komposisi

Berikut ini adalah hasil pengamatan fisik produk briket bioarang terhadap bau, warna dan asap.

Tabel 5. Hasil Pengamatan Fisik Briket Bioarang Dari Berbagai Komposisi

No	Komposisi	Pengujian		
		Bau	Warna	Asap
1	K	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
2	KS1	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
3	KS2	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
4	KS3	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
5	S	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
6	KR1	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
7	KR2	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
8	KR3	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
9	SR1	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
10	SR2	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
11	SR3	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih
12	R	Tidak berbau	Hitam	Sedikit, warna putih

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Pengaruh Komposisi Briket Bioarang Terhadap Lama Waktu Pendidihan Air Sebanyak Satu Liter

Pengujian terhadap briket bioarang menunjukkan bahwa untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter, briket dengan komposisi K (feses kambing 100 %) menunjukkan waktu tercepat yang tidak berbeda nyata dengan dengan komposisi KS_1 , sedangkan waktu terlama dicatat oleh briket dengan komposisi R (isi rumen sapi 100%) yang tidak berbeda nyata dengan komposisi SR_3 dan KR_3 .

Dari perbandingan hasil uji antara bahan briket feses sapi dan kambing terlihat bahwa feses kambing mencatat waktu tercepat dan dari pencampuran kedua bahan tersebut secara bertahap dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase feses kambing semakin cepat pula waktu pendidihannya. Setelah diuji dengan BNJ terlihat bahwa selisih waktu antara briket dengan kedua bahan dasar tersebut beserta campurannya berbeda nyata, kecuali dibandingkan dengan komposisi KS_1 (feses kambing 75 % - feses sapi 25 %).

Perbandingan antara bahan briket feses kambing dan isi rumen sapi menunjukkan bahwa briket dengan komposisi K (feses

kambing 100 %) mencatat waktu tercepat dan semakin banyak persentase feses kambing semakin cepat pula waktu pendidihan.

Penelitian ini memang dititikberatkan pada penggunaan feses kambing sebagai briket bioarang. Pemakaian perbandingan komposisi bahan antara feses sapi dan isi rumen dimaksudkan sebagai pembanding apakah terdapat kesesuaian dengan penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian oleh Supriyanto (1998) menyatakan bahwa briket dengan komposisi feses sapi 100 % mencatat waktu tercepat. Semakin bertambah persentase bahan isi rumen, semakin lama waktu pendidihannya. Hal ini sesuai dengan hasil yang didapat peneliti pada penelitian ini.

Kecepatan pendidihan air bergantung pada panas yang diterima oleh air melalui perambatan panas dari bahan bakar. Panas tersebut, yang kemudian disebut dengan nilai kalor, merupakan gambaran jumlah kalor dari bahan bakar. Hal ini sesuai dengan Azas Black yang menyatakan bahwa besar kalor yang diterima sama dengan besar kalor yang dilepaskan. Semakin besar nilai kalor bahan bakar semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air.

Nilai kalor suatu bahan bakar dipengaruhi antara lain oleh kadar air, kadar abu dan kadar unsur-unsur kimianya (Anonimus, 1998). Penjelasan mengenai kalor dan faktor-faktor

yang mempengaruhinya akan dibahas pada sub bab mengenai nilai kalor briket bioarang dalam berbagai komposisi.

5.2. Pengaruh Komposisi Briket Bioarang Terhadap Lama Waktu Membara Sampai Menjadi Abu

Uji ini dilakukan dengan cara membakar briket bioarang dan dihitung lama waktu sampai menjadi abu. Pembakaran pada dasarnya adalah memecah rantai hidrokarbon yang bereaksi dengan O₂ hingga menjadi CO₂ & H₂O. Berikut ini gambaran reaksi yang terjadi pada proses pembakaran :



Pembakaran suatu benda dapat terjadi bila benda tersebut mengandung ikatan karbon (Perry dan Green, 1987). Pada briket bioarang, karbon yang dikandungnya berasal dari bahan serat kasar yang mengalami pirolisis (Widarto dan Suryanta, 1995).

Pada uji lama membara waktu terlama dihasilkan oleh komposisi R (isi rumen 100 %) yang tidak berbeda nyata dengan komposisi SR₃ dan KR₃. Sedangkan waktu tercepat dihasilkan oleh K (feses kambing 100 %) yang tidak berbeda nyata dengan komposisi KS₁ (feses kambing 75 % - sapi 25 %). Dari data

tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak persentase isi rumen sapi dalam briket semakin lama waktu membara. Sebaliknya semakin banyak persentase feses kambing dalam bahan semakin singkat waktu membara briket tersebut.

Sel-sel tanaman pada pakan hewan dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu isi sel dan dinding sel (Jarige, 1960; Van Soest, 1965). Bagian isi sel biasanya mengandung asam-asam organik, karbohidrat terlarut, protein kasar, lemak dan abu terlarut, sedang dinding sel terdiri dari hemiselulosa, selulosa, lignin, cutin dan silika.

Dalam proses pencernaan makanan kandungan isi sel, terutama asam-asam organik dan karbohidrat terlarut biasanya hampir semua tercerna pada proses pencernaan makanan. Sebaliknya hampir semua lignin, silika dan cutin dikeluarkan dalam feses dan digolongkan sebagai tidak dapat dicerna. (Minson, 1990). Sebagian hemiselulosa dan selulosa tanaman dilindungi oleh lapisan lignin dari aktifitas mikroflora rumen. Untuk dapat mencernanya lapisan lignin tersebut harus diuraikan dengan proses ruminasi dan proses kimia (Dehornity dan Johnson, 1961).

Pada diet pakan dengan komposisi kimia yang sama sapi mencerna bahan kering pakan tanaman lebih efisien dibanding

kambing dan domba (Cipolloni *et al*, 1951). Efisiensi pencernaan yang lebih rendah ini berkaitan dengan penurunan pencernaan jaringan fibrous akibat singkatnya pakan tertahan pada bagian reticulorum (Rees dan Little, 1980 : Poppi *et al*, 1981).

Isi rumen merupakan sisa-sisa pakan dari proses pencernaan makanan hewan ruminansia semasa hidup yang terletak pada bagian rumen. Kebanyakan isi rumen merupakan sisa-sisa pakan yang belum tercerna secara sempurna sehingga banyak mengandung hemiselulosa, selulosa dan lignin yang belum diuraikan. Feses adalah sisa-sisa pakan yang benar-benar tidak dapat dicerna lagi (Minson, 1990) sehingga dalam feses banyak terkandung lignin, silika, cutin dan sebagian kecil selulosa dan hemiselulosa yang tidak tercerna.

Pada saat bahan dasar briket dipirolisis untuk mendapatkan arang, ikatan-ikatan kimia biomassa dipecah dimulai dari ikatan yang paling mudah terdegradasi yaitu hemiselulosa, selulosa dan terakhir adalah lignin. (Sjostrom, 1995). Pemecahan ini menghasilkan karbon dimana lignin sebagai penyumbang karbon terbesar yang potensial untuk keperluan energi dan kimia (Fengel dan Wegener, 1995).

Pada proses pirolisis untuk mengarangkan bahan, karena ikatan kimia isi rumen lebih bervariasi dan belum terpecah-

pecah, maka panas yang diterimanya digunakan untuk memecah ikatan yang lebih mudah untuk diuraikan. Dalam hal ini yang dipecah adalah ikatan kimia dari hemiselulosa dan selulosa. Akibatnya sebagian besar ikatan lignin sebagai penghasil karbon terbesar tidak terdegradasi. Bentuk fisik bahan isi rumen juga mempengaruhi baik tidaknya proses pengarangan. Bentuk fisik bahan isi rumen yang berbentuk gumpalan-gumpalan menyebabkan masih banyak kandungan air yang tertahan didalamnya yang tidak ikut menguap pada proses pengeringan awal. Kandungan air ini memperlambat proses pirolisis sehingga proses pengarangan tidak berjalan dengan sempurna dan berakibat banyak bahan isi rumen yang belum menjadi arang.

Setelah hasil pirolisis dibentuk menjadi briket lalu diuji lama waktu membara, isi rumen mencatat waktu terlama. Hal ini disebabkan karena panas yang dihasilkan digunakan untuk memecah ikatan kimia yang belum terdegradasi pada proses pirolisis dan juga akibat kandungan air yang masih tersisa. Proses pemecahan ini mengakibatkan perambatan kalor yang lebih lambat sehingga waktu briket untuk menjadi abu lebih lama.

Berbeda dengan feses, karena ikatan kimia yang dikandung lebih seragam, kebanyakan dalam bentuk lignin, maka proses pemecahan pada saat dipirolisis lebih cepat dan kandungan

karbon yang dihasilkan lebih banyak. Jumlah karbon yang tinggi menghasilkan nilai kalor yang tinggi pula sehingga perambatan panas menjadi lebih cepat. Akibat perambatan panas yang cepat dan nilai kalor yang tinggi briket lebih cepat menjadi abu.

5.3. Pengaruh Komposisi Briket Bioarang Terhadap Nilai Kalor

Bahan bakar pada dasarnya adalah bahan yang dibakar untuk menghasilkan sejumlah energi, salah satunya dalam bentuk panas. Panas adalah suatu bentuk energi dan dapat berpindah karena adanya perbedaan temperatur. Kuantitas/jumlah panas yang dihasilkan dari pembakaran sempurna bahan bakar disebut dengan nilai panas, nilai bakar atau lazimnya dengan nama nilai kalor (Anonimus, 1998).

Nilai kalor bahan bakar dipengaruhi oleh kandungan unsur kimianya. Unsur-unsur kimia yang berperan dalam pembakaran terutama adalah C(karbon), H(hidrogen), O(oksigen), N(nitrogen) dan S(belerang). Karena dalam penelitian ini digunakan biomassa padat sebagai bahan bakar, maka unsur kimia yang berperan penting dalam pembakaran di sini adalah karbon. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan oleh Corbitt (1990) bahwa

hampir semua nilai kalor dari bahan bakar dari limbah padat dihasilkan oleh kandungan karbon.

Feses memiliki kandungan karbon yang lebih besar dibanding bahan isi rumen. Penjelasan mengenai hal tersebut telah dijelaskan pada sub bab mengenai pengaruh komposisi terhadap lama waktu membara. Kandungan karbon yang lebih tinggi ini menyebabkan nilai kalor briket dengan bahan feses terlihat lebih besar dibanding bahan isi rumen.

Perbandingan antara briket dengan bahan feses kambing dan sapi menunjukkan bahwa feses kambing memiliki nilai kalor yang lebih tinggi daripada feses sapi. Hal ini agak menyimpang dari pernyataan pada sebelumnya yang menyatakan bahwa : pada diet pakan dengan komposisi kimia yang sama sapi mencerna bahan kering pakan tanaman lebih efisien dibanding kambing dan domba. Dari pernyataan tersebut maka seharusnya dapat dikatakan kandungan karbon feses sapi lebih banyak karena bahan yang terkandung lebih seragam dengan kandungan terbesarnya adalah lignin.

Pada tinjauan pustaka mengenai pembuatan briket bioarang dijelaskan bahwa pengarangan dimaksudkan untuk meningkatkan kadar karbon dengan memecahkan ikatan kimianya. Dalam hal ini maka seharusnya feses sapi menghasilkan karbon

lebih banyak karena kandungannya lebih seragam. Tetapi perlu diingat bahwa bentuk fisik bahan juga mempengaruhi baik atau tidaknya proses pengarangan. Bentuk fisik bahan feses sapi lebih besar dan tidak seragam dibanding dengan feses kambing, sehingga mempengaruhi banyaknya kadar air yang tersisa pada proses awal pengeringan sebelum bahan diarangkan. Hal ini mempengaruhi kesempurnaan pengarangan feses sapi karena pirolisis dilakukan secara tradisional. Akibatnya bisa terjadi bahan yang terlihat sudah menjadi arang tetapi bagian dalamnya belum terjadi proses pengarangan. Ini menjelaskan mengapa nilai kalor bahan feses kambing lebih besar dari feses sapi.

Pengeringan setelah pencetakan juga berpengaruh pada kadar air briket yang nantinya juga akan mempengaruhi nilai kalor briket tersebut. Hartoyo (1984) menyatakan kadar air yang tinggi akan menurunkan kekuatan briket dan besar kalori. Proses pengeringan briket pada penelitian ini dilakukan pada waktu dan suhu yang sama sehingga proses pengeringan ini tidak menyebabkan perbedaan pada banyaknya kadar air.

5.4. Pengamatan Briket Bioarang Secara Fisik

Pengamatan fisik briket bioarang ditujukan pada bentuk, warna & bau briket bioarang sebelum pembakaran dan asap yang

dihasilkan selama proses pembakaran. Tujuan pengamatan ini hanya untuk mengamati keadaan fisik briket bioarang sebagai referensi dan bukan untuk membuktikan sesuatu.

Warna briket bioarang sebelum pembakaran semula berwarna hitam. Hal ini dikarenakan adanya kandungan karbon hasil pirolisis dari biomassa. Bau dari briket bioarang sudah tidak menunjukkan seperti bau limbah feses dan isi rumen yang sangat menyengat. Hilangnya bau ini disebabkan oleh proses pengeringan dan pirolisis. Dalam hal ini proses pirolisis lebih berperan menghilangkan bau karena pada proses ini terjadi proses dehidrasi yang lebih sempurna disertai penguapan bahan-bahan yang mudah menguap (Sjostrom, 1995).

Pada awal pembakaran, asap yang ditimbulkan relatif sedikit. Asap tersebut timbul karena terjadi penguapan sisa-sisa kandungan air yang tidak menguap saat dikeringkan dalam oven. Dibandingkan arang biasa (konvensional), asap yang ditimbulkan bioarang kecil sekali (Widarto dan Suryanta, 1995).

5.5. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi Bahan Bakar adalah kebutuhan akan sejumlah massa/volume zat pembakar (bahan bakar) untuk dapat menghasilkan sejumlah energi panas tertentu apabila bahan bakar

tersebut dipergunakan untuk suatu proses pembakaran (Tjokrowisastro dan Widodo, 1986).

$$\text{Nilai Kalor} = \frac{\text{Energi Panas (Joule)}}{\text{Massa (Kg)}}$$

atau :

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = \frac{\text{Energi Panas}}{\text{Nilai Kalor}}$$

Sebagai perbandingan nilai kalor dari beberapa bahan bakar yang sering dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut : solar 31,068 MJ/Kg, minyak kelapa, 16,768 MJ/Kg, minyak tanah, 17,992 MJ/Kg, arang kayu 27,24 MJ/Kg, briket batu bara 27,65 MJ/Kg dan bensin 41,37 MJ/Kg. Dari nilai kalor bahan bakar tersebut dapat dibuat perbandingan kebutuhan konsumsi bahan bakar (briket bioarang percobaan) dengan 1 Kg kebutuhan salah satu bahan bakar yang sering dipergunakan, dalam hal ini adalah minyak tanah :

$$\text{Nilai Kalor minyak tanah} = 17,992 \text{ MJ/Kg}$$

$$17,992 \text{ MJ/Kg} = \text{Energi panas yang dihasilkan oleh 1 Kg minyak tanah}$$

$$\text{Nilai Kalor Briket bioarang (terbaik)} = 3,401 \text{ MJ/Kg}$$

$$3,401 \text{ MJ} = \text{Energi panas yang dihasilkan oleh 1 Kg briket bioarang}$$

$$\text{maka: } 17,992 \times 1 = 3,401 \times n \text{ Kg Briket}$$

$$n = 5,3 \text{ Kg}$$

Jadi untuk menghasilkan energi panas yang sebanding dengan energi panas yang dihasilkan oleh 1 Kg minyak tanah dibutuhkan briket bioarang sebanyak 5,3 Kg, atau dengan kata lain konsumsi bahan bakar briket bioarang sebanyak 5,3 Kg sebanding dengan konsumsi 1Kg minyak tanah.

5.6. Kegunaan Briket Bioarang Sebagai Bahan Bakar Alternatif

Pada penerapan di lapangan (aplikasinya) bahan bakar alternatif yang digunakan adalah bahan bakar yang bukan berasal dari minyak tanah dan gas bumi. Bahan bakar tersebut dapat berupa arang dari arang kayu, biogas, batubara atau kayu bakar dimana tiap-tiap bahan tersebut memiliki keunggulan dan keterbatasan tertentu pada sumber, kegunaan dan hasil buang.

Berdasarkan hal tersebut maka briket bioarang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif dengan beberapa keunggulan sebagai berikut : sumber bahan baku briket bioarang yang berupa biomassa yang melimpah bahkan berdampak negatif terhadap lingkungan, pembuatannya mudah dan memiliki kestabilan untuk tetap membara. Dari keunggulan tersebut maka

kita juga dapat memanfaatkan limbah feses dan isi rumen yang cenderung merugikan (berdampak negatif) terhadap lingkungan menjadi suatu bahan bakar yang memiliki nilai ekonomis relatif tinggi dibandingkan dari nilai asalnya. Sebagai gambaran contoh, briket bioarang dapat digunakan pada sektor peternakan sebagai bahan bakar untuk penghangat kandang (brooder), sebagai bahan bakar alat pengering padi, untuk bahan bakar keperluan rumah tangga dan keperluan industri (umpan boiler) dan lain-lain.

Keunggulan lain dari briket bioarang dari limbah isi rumen dan feses adalah abu yang dihasilkan tetap kompak sehingga mudah dibersihkan dan asap yang dihasilkan selama proses pembakaran sedikit sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan (polusi udara).

Pemanfaatan limbah isi rumen dan feses sebagai bahan baku briket bioarang bukanlah satu-satunya cara untuk meningkatkan nilai ekonominya. Namun sampai saat ini pemanfaatan limbah isi rumen dan feses sebagai briket bioarang merupakan cara yang cukup baik dari segi waktu, biaya produksi, pemakaian teknologi tepat guna yang sangat sederhana, peningkatan nilai produksi hewan, ramah lingkungan serta memberikan nilai ekonomis pada limbah yang dianggap merugikan. Dari hal ini dapat diharapkan dengan adanya suatu

inovasi dalam pemanfaatan limbah isi rumen dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan produk hewan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah :

1. Limbah feses kambing, isi rumen dan feses sapi dapat dipakai sebagai bahan baku briket bioarang.
2. a. Briket bioarang dengan bahan baku limbah feses kambing 100 % memiliki waktu tercepat pada uji lama waktu mendidihkan air yang tidak berbeda nyata dengan bahan baku kombinasi feses kambing 75 % - feses sapi 25 % dan feses kambing 50 % - feses sapi 50 %.
- b. Briket bioarang dengan bahan isi rumen sapi 100 % mempunyai waktu membara sampai menjadi abu terlama dibandingkan dengan briket bioarang lainnya.
- c. Briket bioarang dengan bahan baku limbah feses kambing 100 % memiliki nilai kalor tertinggi dibandingkan briket bioarang dengan bahan baku limbah isi rumen, feses sapi serta kombinasi ketiga bahan.

6.2. Saran

Saran yang dapat diajukan dari penelitian ini adalah

1. Disarankan untuk menggunakan limbah feses kambing sebagai bahan baku briket bioarang selain bahan limbah isi rumen sapi dan feses sapi.
2. Memasyarakatkan pembuatan dan penggunaan briket bioarang dengan bahan limbah feses kambing sebagai bahan alternatif briket bioarang melalui kelompok petani ternak dan masyarakat yang berpotensi untuk mengkonsumsi produk briket bioarang (industri dan rumah tangga).
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang bahan tambahan pada briket bioarang untuk memudahkan briket bioarang membara dari bahan yang murah dan mudah didapat.
4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang cara-cara pengarangan bahan briket bioarang yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

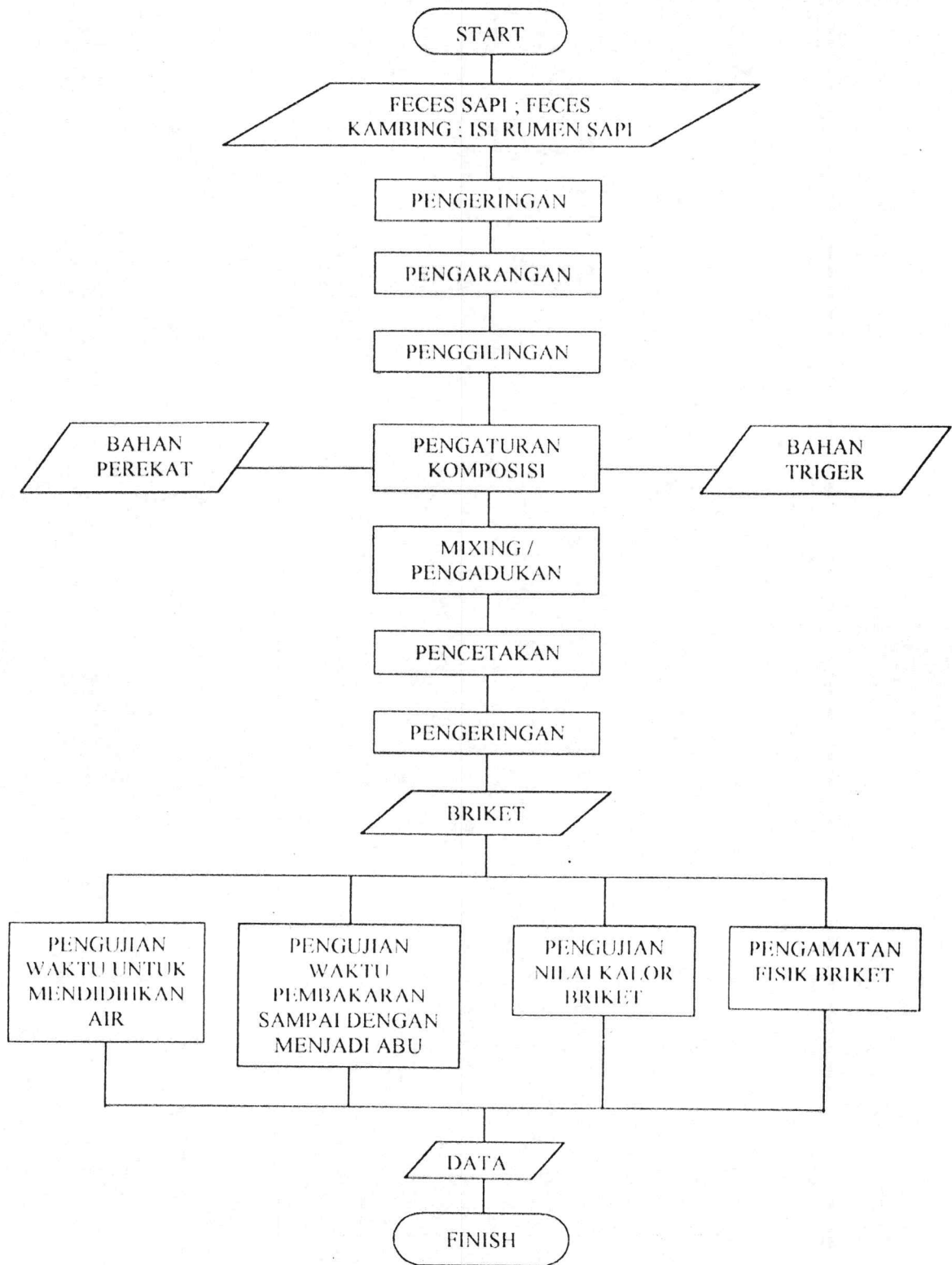
- Adams, I. , 1900, *Persia by Persian*, Washington DC., 345.
- Anonimus, 1993, *Petunjuk Praktikum Pengujian Nilai Kalor Bahan Bakar Dengan Bomb Calorimeter*, Laboratorium TPDBB Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri ITS, Surabaya, 1-2, 6-8.
- Anonimus, 1997, *Statistik Indonesia 1997*, Badan Pusat Statistik Indonesia, Jakarta, 80-81.
- Astuti, M. D., 1988, *Pemanfaatan Isi Rumen Sapi Sebagai Substitusi Konsentrat pada Domba Lokal Jantan - Skripsi*, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga, Surabaya, 23-24.
- Blakely, J. and D.H. Bade, 1991, *Ilmu Peternakan*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta, 144.
- Boyles, D. T., 1984, *Bio Energy, Technology Thermodynamics and Cost. 1st*, Ed Halsted Press, John Willey and sons, New York, USA.
- Cipolloni, M. A. , Schneider, B. H. , Lucas, H. L. & Pavlech, H. M. , 1951 , *Journal Animal Science* 10, 337 – 343.
- Cooke, G. W., 1967, *The Control of Soil Fertility*, Crosby Lockwood, London, United Kingdom.
- Corbitt, R.A. , 1990, *Standard Handbook of Environmental Engineering*, Mc Graw Hill, New York, USA, 8.92-8.93.
- Cores de Vries, G., 1997, *Daur Ulang Limbah Buangan Dalam Upaya Pemanfaatan Sumber Daya Alami Hayati dan Pengelolaan Tanah*, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya, 1-3.
- Dehornity, B. A. & Johnson, R. R. , 1961, *Journal Dairy Science* 44, 2242 – 2249.

- Dyer, I.A and O'Marry, C, 1997, *The Feedlot 2nd Edition*, Lea and Febiger, Philadelphia, USA.
- Fengel, D. & G. Wegener, 1995, *Kayu, Kimia, Ultrastruktur Dan Reaksi-Reaksi*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta, 378.
- Fransons. R. D., 1992, *Anatomi dan Fisiologi Ternak*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta, 547.
- Gatenby, R. M. , 1986, *Sheep Production in The Tropic & Sub Tropics*, Longman, New York, USA, 222.
- Girinda, A., 1994, *Biokimia Patologi Hewan*, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 105.
- Gregory, R.P.F. , 1977, *Biochemistry of Photosynthesis*, 2nd Ed, A. Willey Inter Science Publication, John Wiley and sons Ltd, New York, USA.
- Hartoyo, 1984, *Nilai Komersial Briket Arang Dari Serbuk Gergaji dan Limbah Industri Perkayuan Yang Dibuat Dengan Cara Sederhana - Lokakarya Energi 10 - 11 Mei 1984*, 7-10.
- Jarige, R., 1960, *Prcoec. Intl. Grassl. , Congress 8th*, 608-635.
- Kirk - Othmer, 1988, *Encyclopedia of Chemical Technology 3rd ed. vol. 22*, John Wiley & Sons, New York USA, 239.
- Kusriningum, 1989, *Dasar Perancangan Percobaan dan Rancangan Acak Lengkap*, Universitas Airlangga, Surabaya, 55-59, 98-99.
- McDonald, P. , Edwards, R.A. , Greenhalgh, J. F. D. , 1987, *Animal Nutrition*, Longman, London, United Kingdom, 142 - 143.
- McDonald, P. , Edwards, R.A. , Greenhalgh, J. F. D. , 1981, *Animal Nutrition 3rd edn.*, Longman, London, United Kingdom, 252 - 253.

- Minson, D.J. , 1990, *Forage in Ruminant Nutrition*, Academic Press Inc. , California, USA, 89-90.
- Perry, R.H. & Green, D., 1987, *Chemical Engineering Handbook-sixth edition*, Mc. Graw Hill Book, co. , Singapore, 9.38.
- Poernomo, T., 1988, *Pengaruh Suplementasi Isi Rumen Sapi Terhadap Daya Cerna Protein dan Bahan Kering pada Ayam Jantan Tipe Petelur*, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya, 5-7.
- Poppi, D. P. , Minson, P. J. , Ternouth, J. H. , 1981, *Journal Agricultural Res.* 32, 109-121.
- Rees & Little, 1980, *Journal Agricultural Science* 94, 483 - 485
- Ruckebushch, Y., and Thievend, P., 1980, *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*, Avi Publishing Company Inc., Connecticut, USA, 648-649.
- Sasimowski, E. , 1987, *Animal Breeding & Production - an outline*, Polish Scientific Publisher, Warsawa, Polandia, 603-604.
- Schmidt, K. - Nielsen, 1994, *Animal Physiology : Adaption and Environment*, Cambridge University Press, Melbourne, Australia, 145.
- Seran, J.B., 1990, *Bioarang Untuk Memasak*, Edisi 1, Liberty, Jogjakarta.
- Sihombing, D.T.H. , Simamora, S. , 1979, *Penelitian Isi Rumen Sapi dan Kerbau Uniuk Makanan Babi*, Kumpulan Karya Tulis Depatemen Produksi Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sjostrom, E., 1995, *Kimia Kayu, Dasar-Dasar dan Penggunaanya - edisi 2*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta, 90.
- Sumaryono, Hasrifaldi, Perman, K., 1990, *Pembriketan Batubara Bojongmanik dengan Serbuk Kayu*, Buletin Pusat Pengembangan Tehnologi Mineral, Volume 12 nomor 3, Bandung, 2.

- Supriyanto, D. , 1997, *Pemanfaatan Limbah Feses Sapi & Isi Rumen Sapi Sebagai Briket Bioarang*, Abstrak, Fakultas Kedokteran Hewan Univ. Airlangga, Surabaya.
- Sutigno, P., 1988, *Perekat dan Perekatan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 11-12.
- Swandyastuti, S.N.O., 1980, *Perbandingan Komposisi Perut Depan, Perut Sejati dan Manure pada Sapi, Domba dan Kambing*, Universitas Jenderal Sudirman, Purwokerto, 28-30.
- Taggart, A.F., 1960, *Handbook of Mineral Dressing Ores and Industrial Materials*, John Willey and Sons Inc. , New York, USA, 145.
- Tjokrowisastro, E.H. & Widodo, B.U.K. , 1986 *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar*, Diktat MS 1431, Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknologi Industri ITS, Surabaya, 56 -58.
- Van Soest, 1965, *Journal Animal Science* 26, 119 - 128.
- Widarto, L., dan Suryanta, 1995, *Membuat Bioarang Dari Kotoran Lembu*, Kanisius, Jogjakarta, 12, 13, 16 - 19, 23.

Lampiran 1. Diagram Alir Proses Penelitian



Lampiran 2 : Perhitungan Anova dan Uji BNJ Dari Data Lama Pendidikan Berbagai Macam Komposisi Briket Bioarang Post Hoc Test

Ulangan	Perlakuan											Total
	PK	PKS1	PKS2	PKS3	PS	PKR1	PKR2	PKR3	PSR1	PSR2	PSR3	
1	14,42	15,66	17,22	18,67	19,84	18,14	21,97	25,42	22,49	24,01	26,37	27,11
2	14,97	16,83	17,84	19,11	20,14	20,44	22,87	26,54	22,18	24,22	26,14	27,29
3	15,81	16,74	18,03	18,45	20,57	19,72	22,91	26,07	21,89	24,93	25,87	28,41
Total	45,20	49,23	53,09	56,23	60,55	58,30	67,75	78,03	66,56	73,16	78,38	82,81
Rata-rata	15,07	16,41	17,70	18,74	20,18	19,43	22,58	26,01	22,19	24,39	26,13	27,60

Anova

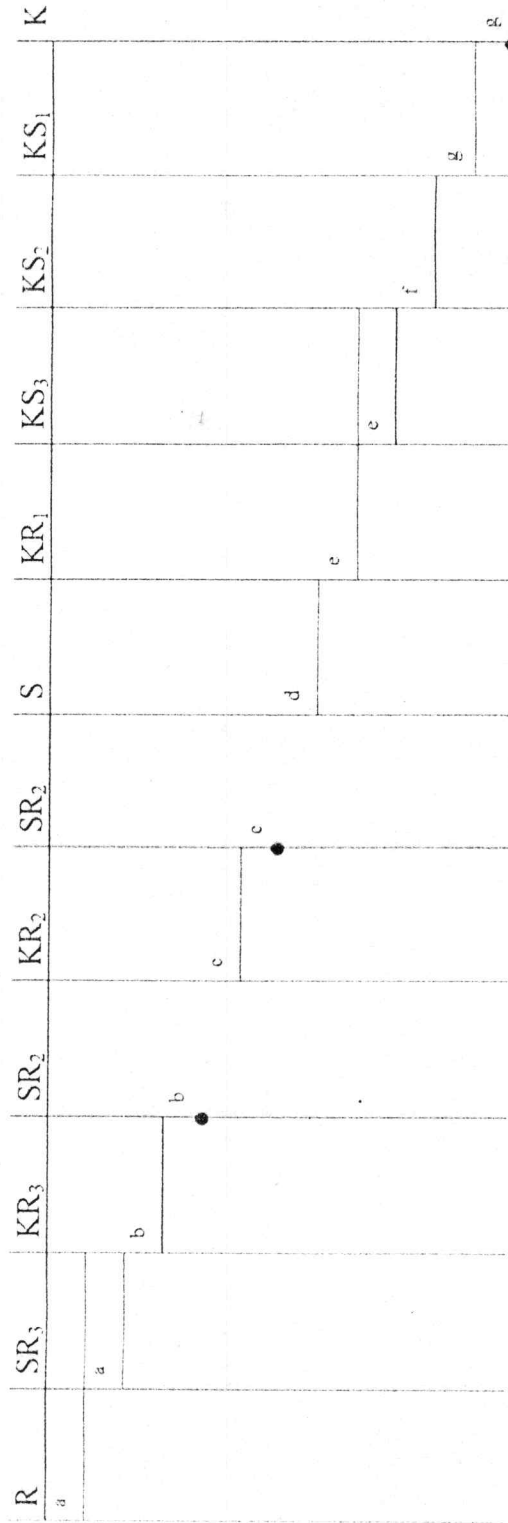
SK	db	JK	KT	Fhit	F tabe
Perlakuan	12	552,404	50,219	143,481	0,05
Sisa	24	8,410	0,350		2,21
Total	36	560,814			

Uji BNJ

Perlakuan	Beda Rata-rata Perlakuan											
	X	(X - K)	(X - KS1)	(X - KS2)	(X - KS3)	(X - KR1)	(X - S)	(X - SR1)	(X - KR2)	(X - SR2)	(X - KR3)	(X - SR3)
K	15,07	0,00										
KS1	16,41	1,34										
KS2	17,70	2,63*	1,29									
KS3	18,74	3,67*	2,33*	1,04								
KR1	19,43	4,36*	3,02*	1,73	0,69							
S	20,18	5,11*	3,77*	2,48*	1,44	0,75						
SR1	22,19	7,12*	5,78*	4,49*	3,45*	2,76*	2,01*					
KR2	22,58	7,51*	6,17*	4,88*	3,84*	3,15*	2,40*	0,39				
SR2	24,39	9,32*	7,98*	6,69*	5,65*	4,96*	4,21*	2,20*	1,81*			
KR3	26,01	10,94*	9,60*	8,31*	7,27*	6,58*	5,83*	3,82*	3,43*	1,62		
SR3	26,13	11,60*	9,72*	8,43*	7,39*	6,70*	5,95*	3,94*	3,55*	1,74*	0,12	
R	27,60	12,53*	11,19*	9,90*	8,86*	8,17*	7,42*	5,41*	5,02*	3,21*	1,59	1,47

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ } 5\% - Q(\alpha) (t, \text{db sisa}) \times \sqrt{\frac{\text{KTS}}{n}} \\
 = 5,10 \times \sqrt{\frac{0,350}{3}} \\
 = 1,74
 \end{aligned}$$

NOTASI :



Lampiran 3 : Perhitungan Anova Dan Uji BJT Dari Data Lama Waktu Berbagai Komposisi Briket Bioarang Membara Sampai Menjadi Abu

Ulangan	Perlakuan											Ttotal
	PK	PKS1	PKS2	PKS3	PS	PKR1	PKR2	PKR3	PSR1	PSR2	PSR3	
2	81,67	85,55	89,42	95,29	97,17	91,69	101,72	111,74	105,32	109,47	115,61	123,76
3	80,23	87,65	89,08	93,49	97,92	91,28	97,46	102,33	104,55	115,17	115,27	124,42
	83,42	87,04	89,28	95,21	99,14	93,53	99,58	110,63	105,32	114,49	114,67	123,84
Total	245,32	260,24	267,78	283,99	294,23	276,50	298,76	324,70	315,19	339,13	345,55	372,02
Rata-rata	81,77	86,75	89,26	94,66	98,08	92,17	99,59	108,23	105,06	113,04	115,18	124,01

Anova	SK	db	JK	KT	Fhit	F tabel
Perlakuan	12	5346,753	486,07	120,31	0,05	2,21
Sisa	24	96,879	4,04			
Total	36	5443,632				

Uji BJT

Perlakuan	Beda Rata-rata Perlakuan											
	X	(X - K)	(X - KS ₁)	(X - KS ₂)	(X - KS ₃)	(X - KR ₁)	(X - KR ₂)	(X - KR ₃)	(X - SR ₁)	(X - SR ₂)	(X - SR ₃)	
R	124,01	42,24*	37,26*	34,75*	31,84*	29,35*	25,93*	24,42*	18,95*	15,78*	10,97*	8,83*
SR ₃	115,18	33,41*	28,43*	25,92*	23,01*	20,52*	17,10*	15,59*	10,12*	6,95*	2,14	
SR ₂	113,04	31,27*	26,29*	23,78*	20,87*	18,38*	14,96*	13,45*	7,98*	4,8*		
KR ₃	108,23	26,46*	21,48*	18,97*	16,06*	13,57*	10,15*	8,64*	3,17			
SR ₁	105,06	23,29*	18,31*	15,80*	12,80*	10,40*	6,98*	5,47				
KR ₂	99,59	17,82*	12,84*	10,33*	7,24*	4,93	1,51					
S	98,08	16,31*	11,33*	8,82*	5,91	3,42						
KS ₃	94,06	12,89*	7,91*	5,40*	2,49							
KR ₁	92,17	10,40*	5,42	2,91								
KS ₂	89,26	7,49*	2,51									
KS ₁	86,75	4,99										
K	87,77	0,00										

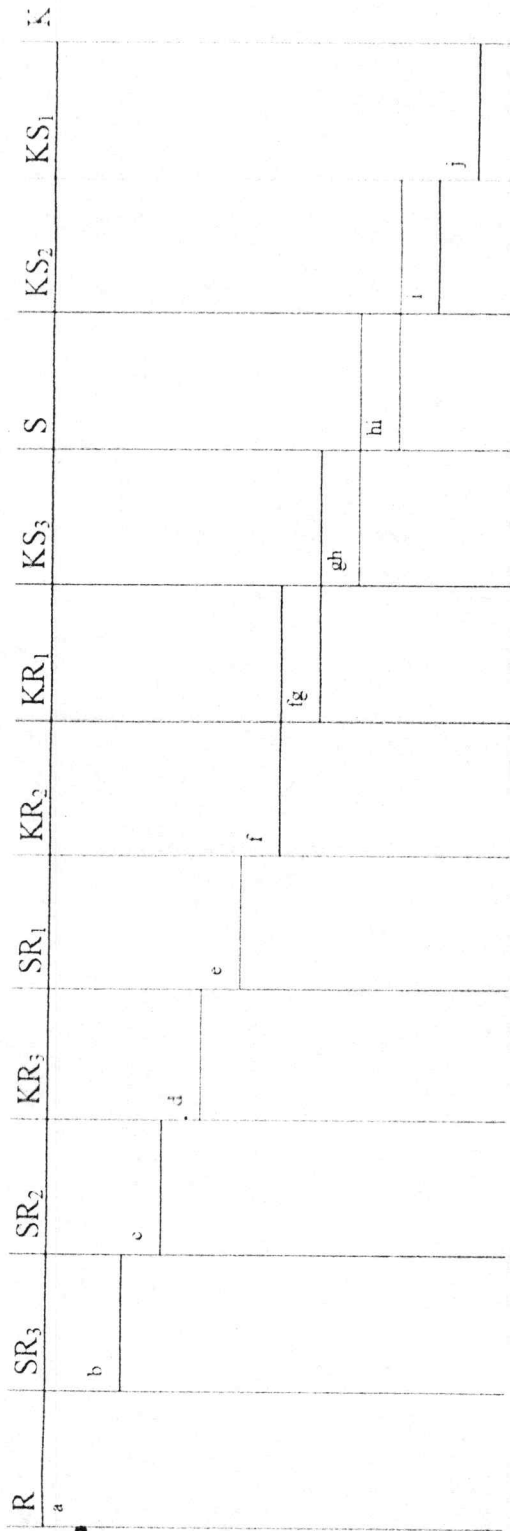
$$BNJ 5\% = Q(\alpha) (t, db\ sisa) \times \sqrt{\frac{KTS}{n}}$$

$$= 5,10 \times \sqrt{\frac{4,04}{3}}$$

$$= 5,10 \times 1,16$$

$$= 5,92$$

NOTASI :



TEKNIK PEMBAKARAN DASAR DAN BAHAN BAKAR

JURUSAN TEKNIK MESIN
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

Kampus ITS Sukolilo, Jl. Arief Rahman Hakim Surabaya. Telp. (031) 5922941

Pengujian Bahan Bakar sample padat dan cair dilakukan pada kondisi STP dengan temperatur ruang uji 27° C dan tekanan ruang uji 1 Atm.

Pengujian dilaksanakan pada tanggal 21 Mei 1999

Dengan alat uji sebagai berikut : Bomb Calorimeter (Adiabatic Calorimeter) - PARR.

Hasil pengujian beberapa sample adalah sebagai berikut :

No	Jenis Sample	Gross Heat / Nilai Kalor
1	100 % K	3,401 MJ/Kg
2	100 % S	3,243 MJ/Kg
3	100 % R	2,967 MJ/Kg
4	75 % K + 25 % S	3,362 MJ/Kg
5	50 % K + 50 % S	3,322 MJ/Kg
6	25 % K + 75 % S	3,283 MJ/Kg
7	75 % K + 25 % R	3,293 MJ/Kg
8	50 % K + 50 % R	3,184 MJ/Kg
9	25 % K + 75 % R	3,076 MJ/Kg
10	75 % S + 25 % R	3,174 MJ/Kg
11	50 % S + 50 % R	3,105 MJ/Kg
12	25 % S + 75 % R	3,036 MJ/Kg

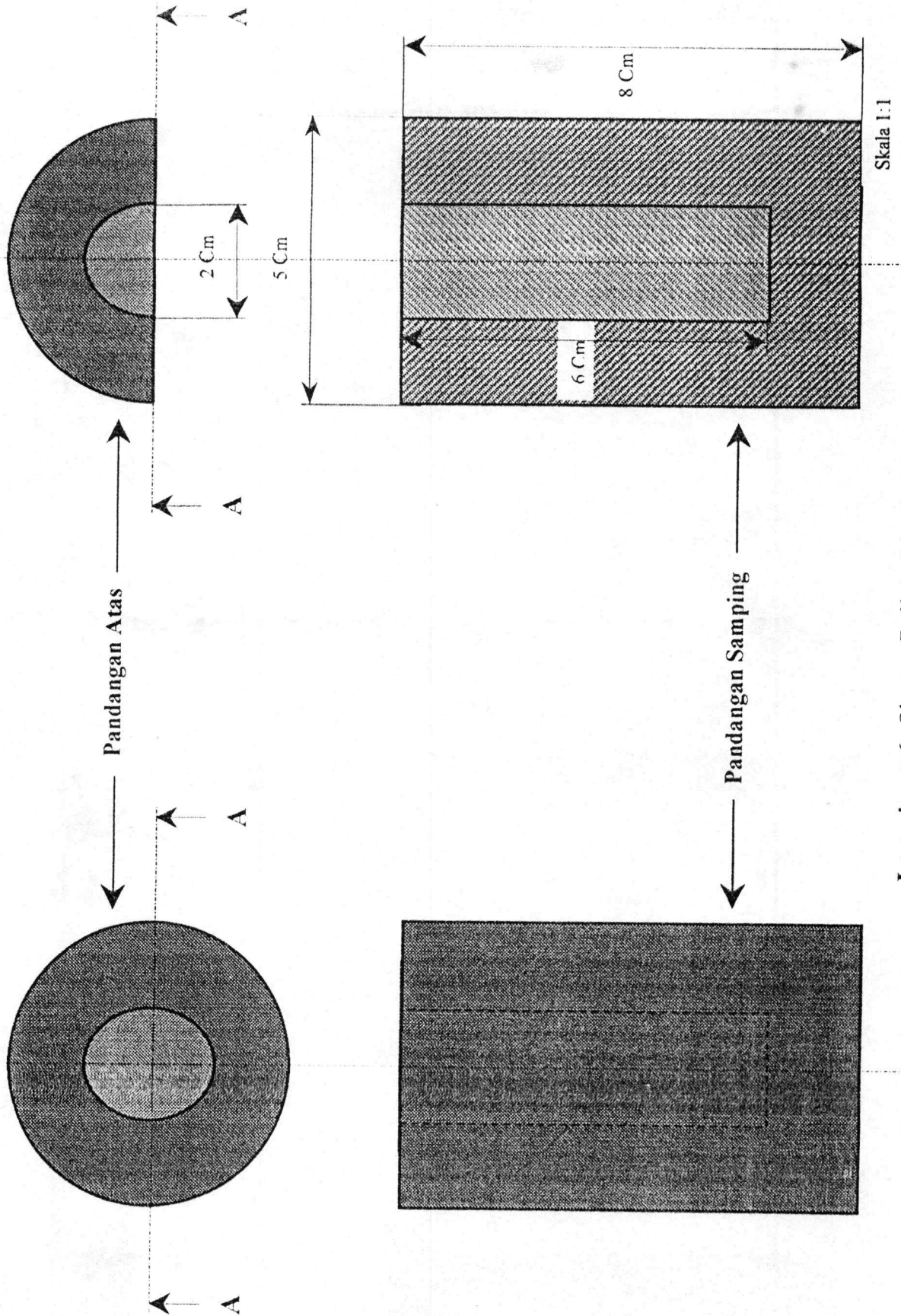
Mengetahui,

Koordinator Lab. TPDBB

Lampiran 5. Data Direktorat Jendral Peternakan Mengenai Jumlah Populasi Dan Pemotongan Hewan Ternak Di Indonesia

Jenis Hewan Ternak	Populasi Ternak (ribu / thousand)		Jumlah Pemotongan Ternak (ekor / head)	
	1996	1997	1996	1997
Sapi Perah	347.900	353.200		
Sapi Potong	11.815.600	12.148.700	1.584.395 ^a	1.443.977 ^a
Kerbau	3.171.300	3.238.100	210.614	232.339
Kambing	13.840.000	14.539.800	669.927	793.190
Domba	7.724.400	7.962.800	475.956	401.056

^a) adalah data dari populasi keseluruhan (sapi perah dan sapi potong)
Sumber : Biro Pusat Statistik Indonesia



Lampiran 6. Sketsa Briket Bioarang

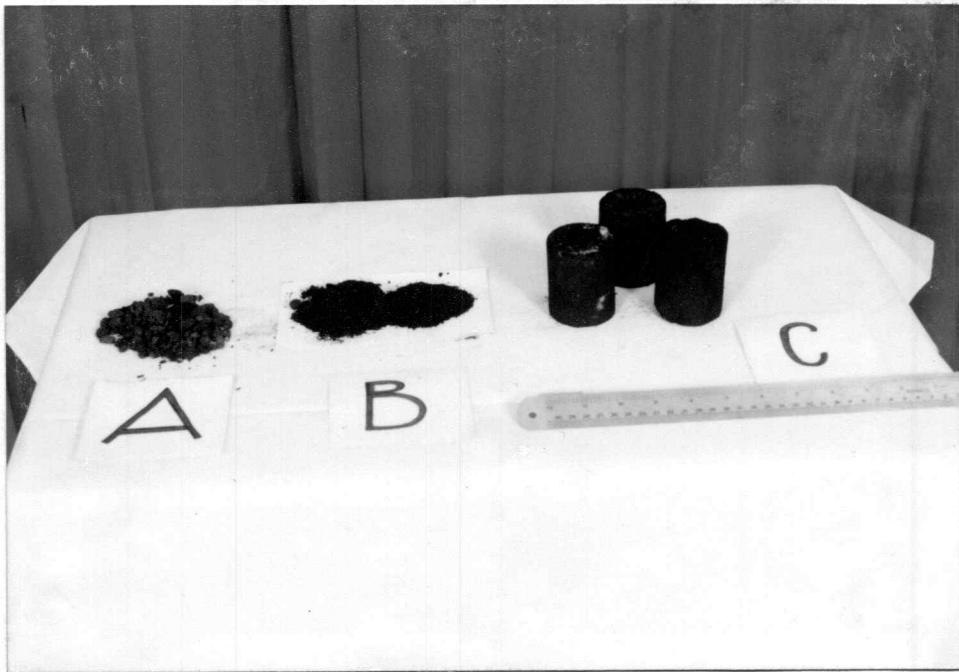
Lampiran 7 : Foto-foto kegiatan penelitian



Keterangan : Peralatan pembuatan briket bioarang



Keterangan : Alat Pencetak briket bioarang



Keterangan : Feses kambing kering (A), feses kambing yang telah diarangkan (B), feses kambing yang telah dibriketkan (C)



Keterangan : Kegiatan pencetakan briket



- Keterangan :**
1. Pengujian lama waktu membara sampai menjadi abu
 2. Pengujian lama waktu mendidihkan air sebanyak 1 liter