

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH ISI RUMEN DAN *MANURE*
SEBAGAI SUMBER ENERGI BIOMASSA
BRIKET ARANG**



OLEH :

M. NANANG TEJOLAKSONO

TULUNGAGUNG - JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
S U R A B A Y A
1998**

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang yang berakal. (Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah ketika berdiri dan duduk serta dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka. (Q.S. Ali Imran : 190-191)

PEMANFAATAN LIMBAH ISI RUMEN DAN *MANURE*
SEBAGAI SUMBER ENERGI BIOMASSA
BRIKET ARANG

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Kedokteran Hewan

Pada Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga

Oleh :

M. Nanang Tejolaksono

Tulugagung jawa timur

Menyetujui

Komisi Pembimbing



Didik Handijatno, MS, Drh.

Pembimbing Pertama



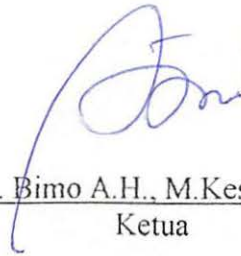
Romziah Sidik Budiono, Phd. Drh

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,

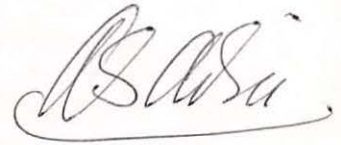
Panitia Penguji



E. Bimo A.H., M.Kes., Drh.
Ketua



E. Djoko Poetranto., M.S., Drh.
Sekretaris



Achmad Sadik., Drh.
Anggota



Didik Handijatno., M.S., Drh.
Anggota



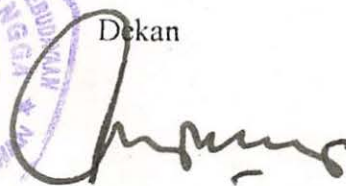
Romziah S. Budiono., Ph.D., Drh.
Anggota

Surabaya, 23 Juli 1998

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan



Dr. Ismudiono, M.S., Drh.

**PEMANFAATAN LIMBAH ISI RUMEN DAN MANURE
SEBAGAI SUMBER ENERGI BIOMASSA - BRIKET ARANG**

M. Nanang Tejolaksono

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa limbah isi rumen dan manure dapat digunakan sebagai sumber energi biomassa - briket arang.

Limbah isi rumen dan manure dikumpulkan dari Rumah Potong Hewan Kedurus Surabaya. Untuk penelitian ini dibuat briket dengan total 30 buah. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan lima kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan, kecuali untuk pengamatan kandungan kalori menggunakan oksigen bom kalorimeter yang disajikan secara diskriptif. Untuk memudahkan awal penyalaan diberikan bahan formula penyulut dengan cara melapiskan pada sisi atas dari briket. Briket dan formula penyulut dibuat dengan lima macam komposisi bahan. Masing-masing adalah arang isi rumen 100 persen (POR), sebagai kontrol arang isi rumen, campuran arang isi rumen dan manure dengan konsentrasi arang isi rumen 75 persen (P1), 50 persen (P2), 25 persen (P3) dan arang manure 100 persen (POM) sebagai kontrol terhadap arang manure. Briket arang yang sudah jadi diukur kerapatan, kadar air dan kadar abu.

Hasil penelitian besar kalori pada perlakuan POR, POM, P1, P2, dan P3 adalah 3716 Kkal/Kg, 2732 Kkal/Kg, 3434 Kkal/Kg, 3205 Kkal/Kg dan 2904 Kkal/Kg, Hasil uji sidik ragam pengaruh variasi komposisi arang terhadap kerapatan dan kadar air briket tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Tetapi terhadap kadar abu menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). Hasil uji JBD lima persen menunjukkan bahwa kadar abu tertinggi yaitu perlakuan POM (56,852 persen) sedangkan hasil terendah didapat dari perlakuan POR (39,606 persen).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya, sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik. Skripsi ini penulis susun guna memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Hewan dari Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga

Skripsi yang merupakan hasil penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan manure sebagai sumber energi biomassa briket arang terhadap kandungan kalori, kerapatan, kadar air dan kadar abu. Sehingga dapat diketahui gambaran tentang potensi limbah isi rumen dan manure sebagai sumber energi biomassa briket arang.

Banyak pihak yang membantu dalam menyusun skripsi ini baik langsung maupun tidak langsung. Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada : Dekan fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Bapak Dr. Ismudiono, MS. Drh ; Bapak Didik Handijatno, MS. Drh dan Ibu Romziah Sidik Sudiono, Phd, Drh sebagai dosen pembimbing. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada Ibunda dan Ayahanda tercinta atas do'a dan restunya ; Adik-adik penulis dan semua pihak yang mendukung hingga selesainya penyusunan skripsi ini

Semoga skripsi ini dapat membuka jalan bagi penulis dan pembaca untuk lebih mencintai Allah SWT dan mensyukuri nikmatnya.

Surabaya, Juli 1998

Penulis

• D A F T A R I S I

Halaman

| | |
|----------------------------------------------|------|
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2. Perumusan masalah | 4 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4. Landasan Teori | 5 |
| 1.5. Hipotesis Penelitian | 6 |
| 1.6. Manfaat penelitian | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| II.1. Limbah Isi Rumen | 7 |
| II.1.1. Tinjauan Tentang Rumen | 7 |
| II.1.2. Isi Rumen | 7 |
| II.2. Limbah <i>manure</i> | 8 |
| II.2.1. Tinjauan Tentang <i>manure</i> | 8 |
| II.3. Biomassa - Briket Arang | 10 |
| SAB III MATERI DAN METODE | 15 |
| III.1. Tempat Dan Waktu Penelitian | 15 |
| III.2. Materi Penelitian | 15 |
| III.3. Metode Penelitian | 16 |
| III.3.1. Persiapan Penelitian | 16 |
| III.3.2. Pelaksanaan Penelitian | 16 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| iii.3. Pengukuran Kandungan Kalori, Kepadatan, kadar air dan kadar Abu..... | 20 |
| iii.4. Parameter Yang Dismali | 22 |
| iii.5. Rancangan Penelitian | 22 |
| iii.7. Analisis Data Penelitian | 22 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN | 23 |
| iv.1. Kandungan Kalori Briket Arang | 23 |
| iv.2. Kepadatan | 24 |
| iv.3. Kadar Air | 26 |
| iv.4. Kadar Abu..... | 27 |
| BAB V PEMBAHASAN | 30 |
| v.1. Kandungan Kalori | 30 |
| v.2. Kepadatan | 33 |
| v.3. Kadar Air | 35 |
| v.4. Kadar Abu | 38 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 43 |
| vi.1. Kesimpulan | 43 |
| vi.2. Saran | 43 |
| RINGKASAN | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 46 |
| LAMPIRAN | 51 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Tampilan Kandungan kalori Briket Dengan Variasi Komposisi Arang dari Limbah Isi Rumen dan <i>Manure</i> (dalam satuan Kilokalori/Kilogram) | 23 |
| 2. Rata-Rata dan Simpangan Baku Hasil Uji Kerapatan Briket dengan Variasi komposisi Arang dari Limbah Isi Rumen dan <i>Manure</i> (dalam satuan Gram/Sentimeter Kubik) | 25 |
| 3. Rata-Rata dan Simpangan Baku Hasil Uji Kadar Air Briket dengan Variasi Komposisi Arang dari Limbah Isi Rumen dan <i>Manure</i> (dalam satuan persen) | 26 |
| 4. Rata-Rata dan Simpangan Baku Hasil Uji Kadar Abu Briket dengan Variasi Komposisi Arang dari Limbah Isi Rumen dan <i>Manure</i> (dalam satuan persen) | 28 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Limbah Isi Rumen | 66 |
| 2. Limbah <i>Manure</i> | 66 |
| 3. Oksigen Bom Kalorimeter Berdasarkan ASTM-D-2015- 91 | 67 |
| 4. Alat Pencetak Briket Manual | 67 |
| 5. Briket dengn Variasi Komposisi arang dari Limbah Isi Rumen dan <i>Manure</i> .. | 68 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Hasil Pengujian Kandungan Kalori Menggunakan alat Oksigen Bom Kalorimeter Berdasarkan ASTM-D-2015-91 | 51 |
| 2. Analisis dari Kandungan Kalori Menggunakan Alat Oksigen Bom Kalorimeter Berdasarkan ASTM-D-2015-91 | 52 |
| 3. Analisis Kadar Air | 54 |
| 4. Analisis Kadar Abu | 55 |
| 5. Analisis Statistik Kerapatan Briket dengan Variasi Komposisi Arang dari Limbah Isi Rumen dan <i>Manure</i> | 57 |
| 6. Analisis Statistik Kadar Air Briket dengan Variasi Komposisi Arang dari Limbah Isi Rumen dan <i>Manure</i> | 59 |
| 7. Analisis Statistik Kadar Abu Briket dengan Variasi Komposisi Arang dari Limbah Isi Rumen dan <i>Manure</i> | 61 |
| 6. Bagan Proses Pembuatan Briket Arang dari Limbah isi Rumen dan <i>Manure</i> | 65 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan populasi dan produksi ternak nasional selama Pembangunan Jangka Panjang I terus mengalami peningkatan (Anonimus, 1992). Perkembangan tersebut membawa dampak pada peningkatan jumlah dan pemotongan ternak termasuk ternak besar, kecil dan unggas. Diantaranya adalah ternak sapi, domba dan kambing. Populasi ternak ruminansia di Indonesia pada tahun 1995 adalah sebesar 35.479.000 ekor, dengan pemotongan ternak sapi sebanyak 1.601.370 ekor, untuk ternak kerbau, kambing dan domba masing-masing sebesar 219.988 ekor, 1.714.501 ekor dan 793.874 ekor (Anonimus, 1996).

Meningkatnya jumlah populasi dan pemotongan ternak akan membawa dampak terhadap meningkatnya jumlah limbah peternakan dan hasil pemotongan ternak. Limbah dari hasil peternakan sapi dan pemotongan ternak tersebut adalah *manure* dan limbah isi rumen. Diperkirakan berat rata-rata isi rumen segar sapi atau kerbau adalah 30,5 kg per ekor, pada kambing 2,09 Kg per ekor dan domba 2,58 kg per ekor (Swandyastuti, 1989).

Limbah dari Rumah Potong Hewan yang berupa isi rumen sapi dan limbah dari peternakan sapi seperti kotoran ternak diharapkan dapat diolah untuk

dimanfaatkan sebagai bahan yang dapat digunakan lebih lanjut oleh masyarakat. Isi rumen merupakan limbah dari Rumah Potong Hewan ruminansia yang sampai saat ini menimbulkan masalah yang sangat pelik, baik penanganan maupun akibatnya terhadap pencemaran lingkungan (Emmanuel, 1978). Alternatif penanganan limbah isi rumen adalah sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Keuntungan ganda yang didapatkan dari alternatif ini adalah selain dapat meningkatkan nilai ekonomis juga mengurangi pencemaran akibat terakumulasinya limbah isi rumen.

Manure yang dihasilkan oleh peternakan dapat menimbulkan pencemaran, karena tidak semua zat padat atau nutrisi yang terkandung didalamnya dapat dimanfaatkan seluruhnya (Usri dkk., 1991). *Manure* diproduksi secara terus menerus di peternakan dan *ranch* setiap tahun, jumlah ini terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah peternakan. Menurut Usri dkk. (1991) jumlah produksi *manure* dalam kandang tiap tahun per 500 Kg berat badan pada ternak sapi potong, domba, babi, kuda, dan unggas adalah 13.000 Kg, 6.500 Kg, 15.000 Kg, 9.250 Kg dan 5000 Kg.

Limbah-limbah tersebut menjadi masalah, karena bila kurang baik penanganannya akan menjadi sumber pencemaran, belum lagi dari segi estetika, tumpukan limbah tersebut tentunya bukan suatu pemandangan yang baik (Masun, 1996). Seirama dengan meningkatnya pembangunan dibidang peternakan sebagai sumber pangan

protein hewani, juga dengan meningkatnya populasi ternak, maka perlu dikembangkan potensinya dalam kaitannya sebagai sumber energi. Secara tradisional, petani di India selalu menjemur dan membakar kotoran sapi dan kerbau sampai kering, kemudian digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak disamping menggunakan kayu bakar dan minyak tanah (Tohir, 1983).

Kenyataan menunjukkan bahwa sumber energi yang berasal dari sumber daya alam yang sifatnya tidak dapat diperbaharui, makin lama harganya semakin meningkat, maka sudah waktunya kita menggalakkan pengadaan energi yang berasal dari sumber lain, seperti angin, sinar matahari, panas bumi dan limbah pertanian termasuk limbah peternakan. Menurut Boedoyo (1990) limbah hutan dan pertanian merupakan potensi yang besar, maka untuk memanfaatkan limbah tersebut maka ada dua cara, yaitu:

1. Meningkatkan nilai tambah atau kandungan energi dari limbah misalnya dengan menjadikannya briket arang.
2. Memasarkan briket arang yang dihasilkan pada konsumen baik industri kecil atau rumah tangga disekitar lokasi.

Briket arang merupakan bahan bakar padat dengan bentuk, kerapatan, kadar air dan kadar abu tertentu sehingga bahan bakar tersebut mudah ditangani, dimanfaatkan dan mempunyai kandungan energi yang sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Keuntungan penggunaan briket arang antara lain dapat ditingkatkan kerapatannya sehingga volumenya berkurang,

bentuk dan ukurannya dapat disesuaikan dengan keperluan. Untuk memasarkan briket arang maka perlu dilakukan usaha guna menyajikan bentuk produk briket arang untuk dapat menarik konsumen, ekonomis untuk diusahakan secara komersial dalam skala industri kecil atau industri rumah tangga.

Pembangunan peternakan dimasa datang akan lebih berperan, bukan saja dalam hal sumber protein hewani atau bahan sandang tapi juga lebih nyata peranannya dalam penyediaan energi (Guntoro, 1981). Untuk itu diperlukan usaha diantaranya dengan pembuatan briket dengan variasi komposisi bahan arang dari limbah isi rumen dan *manure*, guna mendapatkan bahan bakar alternatif dari bahan baku yang melimpah, disamping untuk meningkatkan nilai tambah dan diversifikasi pemanfaatan limbah isi rumen dan *manure*, juga untuk memperbaiki kualitas bahan bakar dari briket arang dari limbah isi rumen dan *manure*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasar latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka permasalahan yang timbul adalah:

1. Apakah briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* mempunyai kandungan kalor ?
2. Apakah terdapat perbedaan besar kerapatan briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* ?

3. Apakah terdapat perbedaan kadar air briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* ?

4. Apakah terdapat perbedaan kadar abu briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* terhadap kandungan kalor, kersapatan, kadar sir dan kadar abu.

1.4 Landasan Teori

Menurut Ruckebusch and Thivend (1980); Donald *et al.* (1987) limbah isi rumen dan *manure* mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Menurut Hartoyo (1984); Setiawan (1996) bahan-bahan yang mengandung serat kasar dapat dimanfaatkan untuk pembuatan briket arang maka harus dilakukan proses pengarangan.

Proses pengarangan prinsipnya adalah konversi kayu menjadi arang melalui peruraian pirolisis (Fengel dan Wegener, 1995). Produk utama proses pengarangan adalah arang padat (Sjostrom, 1995). Arang yang diperoleh dari proses pengarangan untuk pembuatan briket arang, selanjutnya dicetak dengan pengepresan untuk menjadi briket yang baik (Hartoyo, 1984).

1.5. Hipotesis Penelitian

1. Tidak terdapat perbedaan kerapatan briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure*.
2. Tidak terdapat perbedaan kadar air briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure*.
3. Terdapat perbedaan kadar abu briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure*.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Memberi informasi kepada masyarakat bahwa limbah isi rumen dan *manure* dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi biomassa dalam bentuk briket arang.
2. Mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah isi rumen dan *manure*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Limbah Isi Rumen

II.1.1. Tinjauan Tentang Rumen

Pada hewan pemamah biak, lambung terdiri dari empat bagian, yaitu rumen, retikulum, omasum dan abomasum. Rumen merupakan bagian terbesar dari lambung, besar rumen sekitar 60 persen sampai 65 persen dari besar lambung seluruhnya (Tillman dkk., 1989). Menurut Frandson (1992) bahwa rumen merupakan suatu kantong maskular yang relatif besar terentang dari diafragma sampai pelvis dan hampir menempati sisi kiri dari rongga abdominal. Pada ruminansia aliran pakan dimulai dari bagian mulut, setelah dikunyah maka masuk kedalam rumen (Blakely dan Bade, 1991).

II.1.2. Isi Rumen

Pada dasarnya isi rumen merupakan bahan makanan yang terdapat dalam rumen sebelum menjadi feses dan dikeluarkan dari dalam rumen setelah hewan dipotong (Astuti, 1983). Menurut Swandyastuti (1980) bahwa kualitas dan kuantitas isi rumen tergantung pada jenis ternak, berat badan, kuantitas dan kualitas pakan yang diberikan. Isi rumen mengandung 850 g - 950 g air tiap kilogramnya (Donald et al., 1987). Pakan yang diberikan pada ternak akan mengalami proses pencernaan secara kimiawi dan mekanik, diawali dengan pengunyahan makanan

diartai pemberian kelenjar saliva yang akan memudahkan dalam memelan (Forbes and France, 1993). Akibat proses tersebut di atas pakan masuk lewat oesofagus menuju retikulo rumen, selanjutnya dengan ruminansi yang merupakan fungsi utama untuk mengubah ukuran partikel, pakan menjadi lebih kecil (Forbes and France, 1993). Menurut Donald *et al.* (1987) pakan utama ruminansia banyak mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang umumnya terdapat dalam hijauan pakan ternak sehingga limbah isi rumen yang diperoleh merupakan bahan-bahan yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa.

11.2. Limbah Manure

11.2.1. Tinjauan Tentang Manure

Selama hidup ternak membutuhkan berton-ton pakan serta air yang harus dikonsumsi untuk mempertahankan hidup, berproduksi, dan bereproduksi, sebagian dari pakan dan air tersebut digunakan untuk memenuhi metabolisme tubuh, dan sebagian lagi dikeluarkan dalam bentuk feses dan urin (Usri dkk. 1991). Ensminger (1987) mendefinisikan *manure* adalah campuran dari ekskresi hewan (terdiri dari zat-zat yang tidak dicerna dan bahan-bahan lain) dan *litter*. *Litter* merupakan bahan yang biasanya digunakan sebagai alas kandang dengan tujuan untuk menjaga ternak dalam keadaan bersih dan nyaman (Ensminger, 1987). Sehingga *litter* tersebut mempunyai kemampuan untuk menyerap

urin, sebagai tempat jatuhnya sisa-sisa pakan dan memudahkan untuk membersihkan feses. Feses berasal dari saluran pencernaan yang dikeluarkan melalui anus yang mengandung air, zat-zat yang tidak dicerna dan residu sekresi dari kelenjar saluran pencernaan, sedang urin merupakan sisa hasil metabolisme darah yang diekskresikan melalui ginjal (Bondi, 1987). Produksi feses tiap ekor per hari dari ternak sapi, kuda, babi, domba dan ayam adalah 23,59 Kg; 16,10 Kg; 2,72 Kg; 1,13 Kg dan 0,05 Kg (Setiawan, 1996).

Limbah peternakan yang terbanyak berupa feses, urin dan *litter* (Rackebusch and Thivend, 1980). Menurut Ensminger (1991) bahwa kuantitas, kualitas dan komposisi *manure* yang dihasilkan ditentukan oleh spesies, berat badan hewan, jenis dan jumlah pakan serta jenis dari *litter* yang digunakan. Produksi *manure* di setiap peternakan tidaklah sama karena produksinya masih dipengaruhi oleh faktor manajemen yang dilaksanakan. Total produksi *manure* sapi yang dipelihara di dalam kandang sepanjang tahun akan berbeda dengan yang digembalakan siang hari dan akan berbeda pula dengan yang dipelihara sepanjang tahun dipadang rumput atau *ranch* (Usri dkk., 1991). Kandungan air dari *manure* segar adalah 85 persen (Usri dkk., 1991; Ensminger, 1987). Limbah berupa campuran dari feses, urin yang berbentuk setengah padat tersebut bercampur dengan *litter* biasanya dikumpulkan oleh peternak dengan cara ditumpuk (Phillips and Piggins, 1992).

Menurut Ruckebusch and Thivend (1980) limbah *manure* sapi mengandung serat kasar, dinding sel dan lignin, kandungan serat kasar *manure* sapi lebih tinggi dan kadar abunya lebih rendah jika dibandingkan dengan kotoran peternakan unggas.

II.3. Tinjauan Tentang Biomassa - Briket Arang

Menurut Setiawan (1996) biomassa merupakan bahan organik yang berasal dari jasad hidup baik hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Penggunaan bahan bakar biomassa sebagian besar dimanfaatkan oleh masyarakat untuk penyediaan energi karena sebagian besar penduduk Indonesia tinggal di pedesaan (Suarna, 1991).

Briket adalah bentukan berupa massa padat yang biasanya dibuat dengan bentuk seperti batu bata, umumnya tersusun dari bahan-bahan yang halus dan dicampur dengan bahan perekat kemudian dilakukan pengepresan (Anonimus, 1986). Menurut Aliansyah dkk. (1985) Briket arang adalah arang yang dirubah bentuk, ukuran dan kerapatannya dengan cara mengepres campuran serbuk arang dengan perekat kemudian dipanaskan.

Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung tanpa melalui proses pengarangan terlebih dahulu, namun pemanfaatan biomassa secara langsung ini kurang efisien (Setiawan, 1996). Proses pengarangan adalah proses yang paling tua yang dilakukan oleh umat manusia (Fengel dan Wegener, 1995). Arang dengan sifat yang berbeda-beda digunakan dalam jangkauan yang luas,

dasarannya dibagi dalam penggunaan pribadi (arang dan briket) dan penggunaan untuk industri (Fengel dan Wagener, 1995). Arang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan karbon aktif, kertas karbon, batu baterai, dan bahan bakar briket (Anonimus, 1984). Pembuatan briket arang dapat memberikan keuntungan antara lain dapat ditingkatkan kerapatannya, sehingga volume menjadi kurang, bentuk dan ukurannya dapat disesuaikan dengan keperluan, tidak kotor, mudah diangkat, tidak membutuhkan tempat yang lebih banyak pada waktu transpor dan penyimpanan (Anonimus, 1993). Beberapa keuntungan lain penggunaan energi biomassa karena energi ini merupakan salah satu sumber energi yang dapat diperbaharui, penggunaan teknologi untuk semua pemrosesan tersebut terus berkembang dan mudah dilakukan walaupun telah lama dikenal oleh umat manusia dan sekarang telah mulai dikembangkan untuk pemanfaatannya dimasa depan (Hill and Kolb, 1995).

3. Perekat

Perekat adalah suatu bahan yang mempunyai kemampuan untuk mempersatukan benda sejenis ataupun tidak sejenis melalui ikatan permukaan (Ismayana, 1993). Hal ini selaras dengan pendapat Sutigno (1988) bahwa perekat merupakan suatu bahan yang dapat menahan dua buah benda berdasarkan ikatan permukaan. Perekat dapat digolongkan berdasarkan beberapa hal, yaitu segi pemakaian, bentuk, suhu dan asal bahan (Sutigno, 1988).

Berdasarkan segi pemakaian meliputi perekat siap pakai dan tidak siap pakai. Berdasarkan bentuknya terdiri dari bentuk cair dan padat dan bila ditinjau dari sumbernya terdiri atas pengempaan panas dan dingin, ditinjau dari bahan asalnya dibagi menjadi perekat alami dan sintetis. Menurut Whistler and Paschall (1967) tepung tapioka mempunyai kualitas yang baik diantara tepung-tepung lain yang digunakan sebagai bahan dasar perekat, esiran dan kestabilan pH perekat ini mudah untuk dibuat.

Tujuan penambahan perekat adalah untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat atau menggabungkan antara dua substrat yang akan direkat (Anonimus, 1993). Penggunaan dan pemilihan bahan perekat dilakukan berdasarkan beberapa hal antara lain mempunyai daya serap yang baik terhadap air dan harganya relatif murah serta mudah didapat. Kekuatan perekatan dipengaruhi oleh sifat perekat, alat dan teknik perekatan yang digunakan, pemerataan perekat akan terjadi dan menghasilkan keteguhan rekat yang baik jika disertai dengan tekanan yang cukup (Anonimus, 1993). Pemberian tekanan antara lain dimaksudkan untuk meratakan perekat dan untuk memasukkan perekat ke dalam pori-pori (Sugihartono dkk., 1986). Menurut Hartoyo dkk. (1978) bahan perekat dari zat pati akan menghasilkan arang briket yang tidak berasap dan tahan lama.

b. Natrium Nitrat

Satu-satunya nitrat komersial alam adalah natrium nitrat. Nitrat kotor yang didapatkan dari alam masih bercampur dengan tanah liat, pasir dan batu (Taggart, 1960). Natrium nitrat merupakan bahan kimia dalam industri celup (Austin, 1984). Menurut Taggart (1960) natrium nitrat merupakan kristal transparan berbentuk serbuk. Natrium nitrat yang berbentuk kristal banyak digunakan sebagai bahan pembuatan asam nitrat, asam sulfat, pembuatan kaca, industri korek api, industri tembakau dan dalam bidang pertanian dimanfaatkan sebagai pupuk yang berfungsi untuk mengikat nitrogen di udara. Natrium nitrat juga mempunyai fungsi sebagai oksidator yaitu dengan melepaskan oksigen dan membakar serbuk arang (Taggart, 1960; Hartoyo, 1988).

c. Bentonit

Lempung sebagai mineral industri merupakan suatu bahan-bahan kompleks yang terdiri dari berbagai mineral-mineral komoditi yang masing-masing berbeda susunan, mineralogi, teknologi dan kegunaannya, sehubungan dengan itu lempung diklasifikasikan menjadi tiga golongan:

1. Bentonit dan fuller earth.
2. Kaolin, ball clay, hallosyte dan lempung tahan api.
3. Jenis lempung yang lain dan shale (Anonimus, 1981).

Walaupun banyak macam lempung tetapi dapat dipilih sesuai dengan tujuan dan pemakaiannya. Lempung

b. Natrium Nitrat

Satu-satunya nitrat komersial alam adalah natrium nitrat. Nitrat kotor yang didapatkan dari alam masih bercampur dengan tanah liat, pasir dan batu (Taggart, 1960). Natrium nitrat merupakan bahan kimia dalam industri celup (Austin, 1984). Menurut Taggart (1960) natrium nitrat merupakan kristal transparan berbentuk serbuk. Natrium nitrat yang berbentuk kristal banyak digunakan sebagai bahan pembuatan asam nitrat, asam sulfat, pembuatan kaca, industri korek api, industri tembakau dan dalam bidang pertanian dimanfaatkan sebagai pupuk yang berfungsi untuk mengikat nitrogen di udara. Natrium nitrat juga mempunyai fungsi sebagai oksidator yaitu dengan melepaskan oksigen dan membakar serbuk arang (Taggart, 1960; hartoyo, 1988).

c. Bentonit

Lempung sebagai mineral industri merupakan suatu bahan-bahan kompleks yang terdiri dari berbagai mineral-mineral komoditi yang masing-masing berbeda susunan, minerslogi, teknologi dan kegunaannya, sehubungan dengan itu lempung diklasifikasikan menjadi tiga golongan:

1. Bentonit dan fuller earth.
2. Kaolin, ball clay, hallosyte dan lempung tahan api.
3. Jenis lempung yang lain dan shale (Anonimus, 1981).

Walaupun banyak macam lempung tetapi dapat dipilih sesuai dengan tujuan dan pemakaiannya. Lempung

banyak digunakan dalam industri karena dalam keadaan basah dapat diberikan sesuatu bentuk padanya secara mudah dan sesudah dipanasi akan memberikan bahan-bahan yang kuat atau tahan lama (Isbandi, 1986).

Bentonit adalah jenis batuan alterasi dari material-material kaca, tuft atau abu vulkanis (Anonimus, 1981). Menurut Taggart (1960) komposisi mineral utamanya adalah mineral monmorillonit dan sedikit beidelit. Bentonit yang mengandung Na dominan mempunyai kemampuan mengembang sampai lima belas kali dan dapat menyerap air kurang lebih delapan kali volumenya dan mempunyai ciri jika diraba seperti lilin dengan tekstur seperti sabun (Taggart, 1960).

Di lapangan, bentonit yang terdapat di permukaan cenderung berwarna hijau dan kekuning-kuningan atau abu-abu dan bagian yang berada di bawah tanah cenderung berwarna abu-abu kebiru-biruan, selain itu ada pula yang berwarna putih coklat terang dan coklat kemerah-kemerahan (Anonimus, 1981). Sedangkan kandungan air bentonit adalah 25 persen sampai dengan 45 persen (Taggart, 1960). Menurut Hartoyo (1984) bentonit dalam briket arang berfungsi untuk memperlama waktu membara dan mencegah timbulnya percikan-percikan api.

BAB III

MATERI DAN METODE

III.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner dan Laboratorium Ilmu Makenan Ternak Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Untuk pengujian besar kalori sampel dilakukan di P.T. Surofindo cabang Surabaya. Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih satu setengah bulan yaitu mulai tanggal 24 september 1997 sampai dengan tanggal 10 November 1997.

III.2. Materi Penelitian

Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan briketarang terdiri dari dua macam bahan. Bahan tersebut adalah limbah isi rumen dan *manure*. Kedua limbah tersebut diperoleh di Rumah Potong Hewan Kedurus Surabaya. *Penelitian ini adalah*

Bahan lain yang digunakan dalam pembuatan briket adalah tepung tapicks untuk merekatkan bahan briket dan Natrium hidroksida yang berfungsi untuk mencegah pembusukan karena pengaruh fermentasi bakteri. Untuk memudahkan awal pembakaran digunakan bahan formula penyulut briket arang yang terdiri Natrium Nitrat yang bersifat sebagai oksidator dan Bentonit yang berguna untuk memperlama waktu pembakaran.

Alat-alat yang digunakan adalah tungku pengarangan, sprayer, kompor, panci, oksigen bom kalorimeter, neraca analitik, oven, alat pencetak briket manual, bak penampung, loyang plastik, cawan porselin, korek api, mesin penggiling, pengaduk dan tungku pengabuan.

III.3. Metode Penelitian

III.3.1. Persiapan Penelitian

Pengumpulan isi rumen dilakukan dengan cara mengambil isi rumen sapi yang telah dipotong. Selanjutnya ditampung dalam bak penampung serta dikeringkan sebelum dibuat briket arang. Pengambilan isi rumen dilakukan setelah waktu pemotongan (pukul 05.00 WIB - 06.00 WIB). Untuk pengumpulan *manure* sapi dilaksanakan pada pagi hari dan sore hari dengan cara mengumpulkan *manure* sapi yang terdapat di kandang, kemudian ditampung dalam bak penampung selanjutnya dikeringkan dengan sinar matahari hingga kering sebelum diolah untuk pembuatan briket arang.

III.3.2. Pelaksanaan Penelitian

a. Pembuatan briket arang

Proses pembuatan diawali dengan pengeringan bahan baku limbah isi rumen sapi dan *manure* sapi dibawah sinar matahari. Setelah pengeringan bahan dilanjutkan dengan proses pengarangan yang dilakukan dengan cara

membakar sampel didalam tong yang telah dimodifikasi sehingga bisa digunakan untuk membuat arang.

Bahan briket yang berupa arang tersebut sebelum dibuat briket terlebih dahulu digiling sekaligus disaring agar diperoleh partikel yang homogen, dalam pembuatan briket ini dibutuhkan bahan perekat berupa kanji. Cara pembuatan perekat kanji dilakukan dengan mencampur tepung tapioka dalam air, kemudian dipanaskan sambil diaduk sehingga terjadi larutan kental, komposisi tepung tapioka terhadap arang adalah lima persen dari berat arang (Hartoyo, 1984). Agar perekat kanji dalam briket arang tidak mudah busuk karena pengaruh fermentasi maka perlu dicampur dengan bahan kimia Natrium Hidroksida dengan konsentrasi 0,3 persen dari berat kanji (Duljapar, 1995).

Briket arang yang dibuat adalah briket arang dengan variasi komposisi bahan baku yang sejenis (homogen) dan campuran (heterogen). Variasi komposisi campuran terdiri dari dua jenis bahan yaitu limbah isi rumen dan *manure*, sedangkan komposisi sejenis misalnya briket arang dari limbah isi rumen atau *manure*. Briket arang dibuat dengan lima macam variasi komposisi. Komposisi pertama adalah briket dari arang limbah isi rumen 100 persen (POR), kedua adalah briket dari arang *manure* 100 persen (POM), ketiga adalah briket yang terdiri dari campuran arang isi rumen dan *manure* dengan perbandingan 75 persen arang isi rumen dan 25 persen *manure* (P1), keempat adalah briket arang terbuat dari

campuran 50 arang isi rumen dan 50 persen arang *manure* (P2) dan kelima adalah briket arang yang terdiri dari campuran 25 persen arang isi rumen dan 75 persen arang *manure* (P3). Setelah penentuan macam komposisi bahan briket arang, selanjutnya bahan tersebut dicampur dengan perekat. Pencampuran diusahakan sehomogen mungkin dan dikerjakan dengan tenaga manusia. Tujuan pengadukan adalah agar campuran kedua bahan tersebut merata disetiap bahan briket arang.

b. Pembuatan Formula Penyulut Briket

Formula penyulut dibuat dengan tujuan untuk memudahkan awal pembakaran. Dalam penelitian ini digunakan campuran formula Natrium Nitrat, Bentonit, serbuk arang dan tepung tapioka dengan dosis 20 g Natrium Nitrat, empat g Bentonit, 76 g arang dan bahan perekat tapioka 5 persen dari berat arang (Hartoyo, 1984). Fungsi Natrium Nitrat adalah untuk melepaskan oksigen dan membakar serbuk, Bentonit berguna untuk memperlama pembakaran dan mencegah timbulnya percikan bunga api, tepung tapioka berfungsi sebagai perekat. Penetapan dosis formula mempertimbangkan pada nilai ekonomis, serta kemudahan nyala serta keamanannya. Komposisi arang untuk formula penyulut disesuaikan dengan briketnya.

c. Pencampuran Formula Dengan Briket

Untuk menekan harga briket yang dihasilkan dan mencegah cepatnya pembakaran maka formula hanya dilapiskan pada sisi atas permukaan briket. Pencampuran formula dikerjakan dengan melapiskannya pada sisi atas briket yang sudah diletakkan pada alat cetakan. Selanjutnya dengan pengempaan maka formula akan melekat menjadi satu dengan briket.

Bahan briket yang sudah disiapkan selanjutnya dimasukkan didalam cetakan dimana banyaknya bahan disesuaikan dengan ukuran cetakan. Cetakan yang digunakan adalah berbentuk silinder berukuran tinggi tujuh cm dan diameter lima cm serta penutup silinder sisi yang satu berbentuk T terbalik dengan tinggi lima cm, diameter 1,5 cm dan tebal 0,7 cm. Tujuan pemasangan penutup berbentuk T terbalik adalah untuk mendapatkan briket yang sudah dicetak mempunyai lubang ditengah dengan pertimbangan nilai ekonomis serta efisiensi.

Bahan briket dan formula yang sudah dimasukkan kedalam cetakan, selanjutnya sisi yang lain ditutup dengan plat berbentuk lingkaran dengan diameter 4,9 cm dan tebal 0,7 cm. Tutup ini berfungsi sebagai tahanan dari briket pada waktu dikempa dari arah atas ke bawah. Untuk mencegah briket arang yang lembek dan timbulnya tekanan balik, maka sebagian air yang berasal dari perekat dialirkan kebagian bawah melalui celah pada dasar alat pencetak, kemudian dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya briket arang yang berbentuk silinder dan

masih dalam keadaan basah dikeringkan dalam oven suhu 60° selama 24 jam atau dijemur dibawah sinar matahari sampai kering (Anonimus, 1993).

Total briket yang dibuat sebanyak 30 buah dengan perincian untuk kontrol briket arang isi rumen 100 persen (POR) dan briket arang *manure* 100 persen (POM) adalah masing-masing lima buah. Briket arang dengan campuran arang isi rumen 75 persen dan arang *manure* 25 persen (P1) sebanyak lima buah, demikian pula untuk perlakuan briket dengan bahan arang isi rumen 50 persen dan arang *manure* 50 persen (P2), briket dengan bahan arang isi rumen 25 persen dan arang *manure* 75 persen (P3) masing-masing dibuat lima buah, yang masing-masing briket perlakuan dilakukan pengujian terhadap kerapatan, kadar air, dan kadar abu. Untuk pengujian kandungan kalori dibutuhkan briket lima buah.

III.3.3. Pengukuran kandungan Kalori, Kerapatan, Kadar Air Dan Kadar Abu

1. Penentuan kandungan kalori dengan cara mengukur kandungan kalori yang dihasilkan briket arang dari limbah isi rumen dan *manure* menggunakan alat Oksigen Bom Kalorimeter berdasarkan ASTM-D 2015-91, satuan yang digunakan kilokalori / kilogram.
2. Penentuan kerapatan dengan cara mengukur dimensi dan berat kering briket selanjutnya dihitung sesuai dengan cara perhitungan dibawah ini (dalam satuan gram/sentimeter kubik).

Perhitungan kerapatan (gram/Sentimeter kubik)

$$= \frac{\text{Berat kering}}{\text{Volume (Anonimus, 1993)}}$$

3. Pada penentuan kadar air dengan cara mengukur kadar airnya sesuai dengan perhitungan dibawah ini (dalam persen).

Perhitungan bahan kering bebas air (persen)

$$= \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan C = Berat cawan + sampel sesudah dioven
(105° C 24 jam)(gram)

B = Berat cawan + sampel sebelum dioven
(105° C 24 jam)(gram)

A = Berat cawan (gram)

Kadar air = 100 - BK (Mustikoweni dkk., 1995)

4. Pada penentuan kadar abu dengan cara mengukur kadar abunya sesuai dengan perhitungan dibawah ini (dalam persen).

Perhitungan kadar abu (persen)

$$= \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan . C = Berat cawan + sampel sesudah di oven
(550° C 5 jam)(gram)

B = Berat cawan + sampel sebelum di oven
(550° C 5 jam)(gram)

W = Berat cawan (gram) (Mustikoweni dkk. 1995).

III.4. Parameter Yang Diamati

1. Kandungan kalori briket arang dalam satuan Kilokalori/Kilogram.
2. Kerapatan briket arang dalam satuan gram/sentimeter kubik.
3. Kadar air briket arang dalam satuan persen.
4. Kadar abu briket arang dalam satuan persen.

III.5. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan lima kali ulangan.

III.6. Analisis Data Penelitian

Data tentang kadar abu, kadar air dan kerapatan yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan menggunakan sidik ragam, dengan tingkat signifikansi lima persen. Bila terdapat perbedaan yang nyata, dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan dengan tingkat signifikansi lima persen untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap kerapatan, kadar air dan kadar abu briket arang (Kusniningrum, 1989). Untuk pengamatan kandungan kalori dilakukan secara diskriptif.

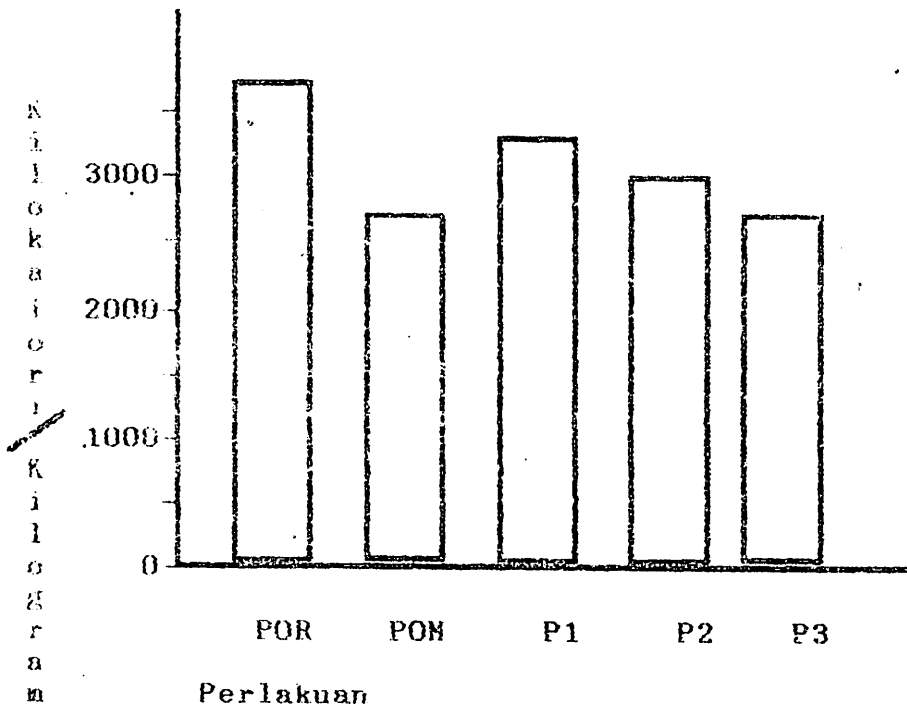
BAB IV

HASIL PENELITIAN

IV.1. Kandungan Kalori Briket Arang

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah isi rumen dan *manure* sebagai sumber energi biomassa - briket arang menunjukkan hasil pengukuran kandungan kalori menggunakan alat oksigen bom kalorimeter berdasarkan ASTM-D-2015-91 dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tampilan kandungan kalori briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* (dalam satuan kilokalori / kilogram)



Dari tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa kandungan kalori PER (briket dengan bahan arang dari

100 persen isi rumen) sebesar 3716 Kkal/Kg sedang POM (briket dengan bahan arang dari 100 persen *manure*) P1 (briket dengan bahan arang dari 75 persen isi rumen ; 25 persen *manure*) P2 (briket dengan bahan arang dari 50 persen isi rumen ; 50 persen *manure*) dan P3 (briket dengan bahan arang dari 25 persen isi rumen ; 75 persen *manure*) masing-masing 2732 Kkal/Kg, 3434 Kkal/Kg, 3205 Kkal/Kg dan 2904 Kkal/Kg.

IV.2. Kerapatan

Data besar kerapatan briket diperoleh dari hasil pembagian berat kering briket dengan volume briket. Berdasarkan hasil pengukuran kerapatan 25 briket diperoleh hasil 15 briket dengan komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* (P1, P2 dan P3) serta 10 briket kontrol yaitu 5 buah briket POR (kontrol untuk arang isi rumen) dan 5 buah briket POM (kontrol untuk arang *manure*) mempunyai kerapatan yang bervariasi. Data mengenai kerapatan dari briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* disajikan pada tabel 2

Tabel 2 Rata-rata dan simpangan baku hasil uji kerapatan briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isirumen dan *manure* (dalam satuan gram/sentimeter kubik)

| perlakuan | rata-rata kerapatan briket (gram/sentimeter kubik) |
|-----------|-------------------------------------------------------|
| P0R | 0,482 ± 0,013 |
| P0M | 0,408 ± 0,058 |
| P1 | 0,45 ± 0,062 |
| P2 | 0,436 ± 0,024 |
| P3 | 0,42 ± 0,038 |

Berdasarkan tabel 2 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata kerapatan briket pada (briket dengan bahan arang dari 100 persen limbah isi rumen) adalah 0,482 g/cm^3 , perlakuan P0M (briket dengan bahan arang dari 100 persen *manure*) adalah 0,408 g/cm^3 , perlakuan P1 (briket dengan bahan arang dari 75 persen isi rumen; 25 persen *manure*) adalah 0,45 g/cm^3 , perlakuan P2 (briket dengan bahan arang dari 50 persen isi rumen; 50 persen *manure*) adalah 0,436 g/cm^3 dan perlakuan P3 (briket dengan bahan arang dari 25 persen isi rumen; 75 persen *manure*) adalah 0,42 g/cm^3 .

Berdasarkan analisis data secara statistik seperti pada lampiran 4, maka dapat diketahui bahwa variasi komposisi arang tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kerapatan briket arang.

IV.3. Kadar Air

Data nilai kadar air diperoleh dari hasil pembagian berat sampel setelah dioven (105°C selama 24 jam) dengan berat sampel sebelum dioven kemudian dikalikan dengan 100 persen.

Berdasarkan hasil pengukuran kadar air terhadap 15 briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* diperoleh hasil 15 briket (perlakuan P1, P2 dan P3) serta 10 briket kontrol yaitu perlakuan 5 buah briket POR (kontrol untuk arang isi rumen) dan 5 buah briket POM (kontrol untuk arang *manure*) mempunyai kadar air yang bervariasi. Data mengenai kadar air dari briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata dan simpangan baku hasil uji kadar air briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* (dalam satuan persen)

| perlakuan | rata-rata kadar air briket (persen) |
|-----------|-------------------------------------|
| POR | 5,334 \pm 0,424 |
| POM | 5,282 \pm 0,206 |
| P1 | 5,332 \pm 0,180 |
| P2 | 5,320 \pm 0,222 |
| P3 | 5,318 \pm 0,174 |

Berdasarkan tabel 3 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata kadar air pada perlakuan POR (briket dengan

bahan arang dari 100 persen isi rumen) adalah 5,334 persen, perlakuan POM (briket dengan bahan arang dari 100 persen *manure*) adalah 5,282 persen, perlakuan P1 (briket dengan bahan arang dari 75 persen isi rumen; 25 persen *manure*) adalah 5,332 persen, perlakuan P2 (briket dengan bahan arang dari 50 persen isi rumen; 50 persen *manure*) adalah 5,320 persen dan perlakuan P3 (briket dengan bahan arang dari 25 persen isi rumen; 75 persen *manure*) adalah 5,318 persen.

Berdasarkan analisis data secara statistik seperti pada lampiran 5, maka dapat diketahui bahwa variasi komposisi arang tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar air briket arang.

IV.4. Kadar Abu

Data nilai kadar abu diperoleh dari hasil pembagian berat sampel setelah dioven (550° C selama lima jam) dengan berat sampel sebelum dioven kemudian dikalikan dengan 100 persen.

Berdasarkan hasil pengukuran kadar abu terhadap 25 briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* diperoleh hasil 15 briket (perlakuan P1, P2, P3) serta 10 briket kontrol yaitu perlakuan 5 buah briket POR (kontrol untuk arang isi rumen) dan 5 buah briket POM (kontrol untuk arang *manure*) mempunyai kadar abu yang bervariasi.

dapat mengenai kadar abu dari briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata dan simpangan baku hasil uji kadar abu briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* (dalam satuan persen)

| perlakuan | rata-rata kadar abu briket (persen) |
|-----------|-------------------------------------|
| POR | 39,606 ^d ± 2,538 |
| POM | 56,852 ^a ± 2,389 |
| P1 | 41,146 ^{cd} ± 2,334 |
| P2 | 43,662 ^c ± 2,545 |
| P3 | 47,836 ^b ± 0,259 |

Superskrip a, b, c dan d yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan tabel 4 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata kadar abu pada perlakuan POR (briket dengan bahan arang dari 100 persen isi rumen) adalah 39,606 persen, perlakuan POM (briket dengan bahan arang dari 100 persen *manure*) adalah 56,852 persen, perlakuan P1 (briket dengan bahan arang dari 75 persen isi rumen; 25 persen *manure*) adalah 41,146 persen, perlakuan P2 (briket dengan bahan 50 persen isi rumen; 50 persen *manure*) adalah 43,662 persen, perlakuan P3 (briket dengan bahan arang dari 25 persen isi rumen; 75 persen *manure*) adalah 47,836 persen.

Berdasarkan analisis data secara statistik seperti pada lampiran 6, maka dapat diketahui bahwa variasi komposisi briket arang berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu briket arang. Selanjutnya

dengan Uji Jarak Berganda Duncan diketahui hasil rata-rata kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan POM. Kadar abu yang rendah terdapat pada perlakuan POR yang tidak berbeda nyata dengan P1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P2, P3 dan POM.

BAB V

PEMBAHASAN

V.1. Kandungan Kalori

Hasil pengamatan kandungan kalori didalam briket yang didasarkan pada beberapa variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* menggunakan alat oksigen bom kalorimeter berdasarkan ASTM-D-2015-91 menunjukkan kandungan kalori yang bervariasi. Pada briket dengan bahan arang isi rumen 100 persen mempunyai kandungan kalori sebesar 3716 Kkal/Kg, sedangkan briket dengan bahan arang *manure* 100 persen mempunyai kandungan kalori sebesar 2732 Kkal/Kg.

Hasil pengamatan kandungan kalori tersebut menunjukkan bahwa semakin besar campuran arang *manure* kandungan kalorinya semakin menurun. Hal ini dikarenakan arang *manure* 100 persen untuk pembuatan briket mempunyai kadar abu tertinggi jika dibandingkan dengan arang dari limbah isi rumen 100 persen, sehingga arang *manure* yang digunakan sebagai campuran pembuatan briket menyebabkan menurunnya kandungan kalori dari briket arang. Hal ini sejeras dengan pendapat Hartoyo (1984); Fengel dan Wegener (1995) yang menyatakan bahwa kandungan kadar abu yang tinggi dari suatu bahan bakar padat akan menurunkan kandungan kalorinya. *Manure* yang digunakan sebagai bahan arang untuk pembuatan briket mengandung *litter* kandang yang terdiri dari jerami, sehingga pada waktu proses karbonisasi *litter* kandang

akan cepat terbakar dibandingkan dengan feses, sehingga *litter* kandang yang terbakar tersebut akan lebih dahulu menjadi arang, sementara itu proses pengarangan masih berlangsung sehingga pada akhir proses pengarangan akan didapatkan abu *litter* kandang yang bercampur dengan arang dalam tungku pengarangan, dengan demikian dengan adanya kadar abu yang relatif banyak tentunya berpengaruh terhadap kandungan kalori dari briket arang *manure*.

Menurut Yaverbaum (1977) hasil analisis *manure* sapi kering oven menghasilkan kalori sebesar 1400 Kkal/Kg. Rendahnya kandungan kalori ini dikarenakan *manure* tersebut tidak mengalami proses karbonisasi, tentunya energi dari *manure* kering dapat ditingkatkan melalui proses karbonisasi, hal ini sesuai dengan pendapat Setiawan (1996) yang menyatakan bahwa dengan proses karbonisasi akan dapat meningkatkan energi yang dihasilkan.

Limbah isi rumen yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan briket arang menghasilkan kalori sebesar 3716 Kkal/Kg. Hal ini bisa dimengerti karena isi rumen merupakan bahan pakan yang dikonsumsi oleh hewan dan telah sampai ke bagian rumen serta belum tercerna secara sempurna didalam rumen sapi, sehingga didalam rumen didapatkan bahan yang dapat dicerna dan tidak dapat dicerna. Bahan-bahan ini melalui proses pengarangan diharapkan diperoleh arang, selanjutnya arang yang didapat diolah menjadi briket yang bisa

dimanfaatkan sebagai sumber energi. Hasil pengamatan kadar abu dapat diketahui bahwa briket arang isi rumen 100 persen mempunyai kadar abu terendah jika dibandingkan dengan briket dari arang, *manure* 100 persen, tentunya hal ini mempengaruhi kandungan kalori briket dari arang isi rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat Hartoyo (1984); Fengel dan Wegener (1995) yang menyatakan bahwa kadar abu yang relatif rendah akan meningkatkan kandungan kalori suatu bahan bakar padat.

Bahan limbah isi rumen relatif lebih seragam jika dibandingkan dengan *manure*; hal ini menyebabkan pada waktu pengurangan proses karbonisasi lanjut dapat diminimalkan, sehingga pada akhir proses pengurangan limbah isi rumen akan lebih sedikit mengandung kadar abu jika dibandingkan dengan arang *manure*, rendahnya kadar abu ini akan meningkatkan energi yang dihasilkan briket arang dari limbah isi rumen. Hal ini selaras dengan pendapat Hartoyo (1984); Fengel dan Wegener (1995) yang menyatakan bahwa kadar abu yang rendah akan berpengaruh terhadap meningkatnya energi suatu bahan bakar padat.

Besar kalori gunanya untuk efisiensi (penghematan) artinya apabila kandungan kalori persatuan berat rendah maka jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk proses pembakaran/pemanasan akan lebih banyak, tetapi apabila kandungannya tinggi berarti jumlah bahan bakar yang digunakan untuk suatu proses pembakaran/pemanasan akan menjadi lebih sedikit.

V.2. Kerapatan

Hasil penelitian dan pengujian secara statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap kerapatan briket arang dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure*. Kerapatan adalah hasil perbandingan massa suatu benda dengan volumenya (Sternheim and Kane, 1991; Anonimus, 1993; Sears and Zemansky, 1985). Kerapatan dipengaruhi oleh ukuran partikel penyusun benda, tekanan pengempaan, jumlah perekat dan homogenitas campuran perekat dengan arang (Anonimus, 1993; Anonimus, 1996). Bahan briket berupa arang limbah isi rumen dan *manure* yang diperoleh dari hasil proses pengarangan limbah isi rumen dan *manure* dalam tungku pengarangan, sebelum diproses, terlebih dahulu digiling sekaligus disaring dengan ukuran saringan yang sama, sehingga akan menghasilkan serbuk arang dengan ukuran partikel yang relatif sama, sehingga pada waktu pembriketan arang dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* dengan pengempaan secara manual dihasilkan briket dengan kerapatan yang tidak berbeda nyata. Menurut Hartoyo (1984) briket yang dihasilkan dari ukuran serbuk yang lebih halus menunjukkan angka kerapatan yang lebih tinggi dari ukuran serbuk kasar.

Tekanan pengempaan yang meningkat akan meningkatkan kerapatan, keadaan demikian disebabkan karena dengan bertambahnya tekanan akan mengakibatkan

pengurangan dimensi atau volume yang semakin besar sehingga dengan berat yang sama apabila dibagi dengan nilai volume yang lebih kecil akan diperoleh kerapatan dengan hasil yang lebih besar. Menurut Anonimus (1993) bahwa penambahan tekanan mengakibatkan bertambahnya kerapatan. keseragaman kuat tekan tentu akan menghasilkan kerapatan briket yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Serbuk arang merupakan partikel dengan butiran halus yang mempunyai sifat lembek dan menghisap air, dengan pemberian perekat yang disertai penekanan pada waktu pembriketan maka perekat tersebut (dalam bentuk gel) akan berpencar merata pada permukaan bahan serta masuk kedalam pori-pori dari serbuk arang sehingga terbentuk ikatan antara bahan yang direkat. Penggunaan perekat tapioka yang digunakan dalam penelitian adalah sama, sehingga akan dihasilkan briket dengan kerapatan yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Menurut Anonimus (1996) bahwa semakin banyak penambahan perekat, baik perekat tapioka maupun sagu, semakin besar pula kerapatan jenis briket yang dihasilkan. Hal ini disebabkan semakin banyak perekat yang digunakan maka kemampuan daya rekat akan semakin kuat dan mengakibatkan penampakan produk briket tidak terlihat retak.

Homogenitas campuran jumlah perekat dengan serbuk arang menentukan kerapatan briket yang terbentuk. Jika semakin rata pengadukannya maka briket yang terbentuk

akan semakin kuat, hal ini disebabkan partikel arang dan perekat dalam briket cukup merata. Pengadukan campuran antara serbuk arang dengan perekat dilakukan sehomogen mungkin, sehingga didapatkan briket dari hasil pembriketan mempunyai kerapatan yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Kerapatan berguna pada waktu transportasi dan pengepakan, artinya bila kerapatan briket cukup tinggi maka briket dapat diangkut dalam jarak jauh karena briket tidak mudah hancur dan proses pengepakan akan lebih mudah. Kerapatan briket yang sangat rendah, maka briket akan mudah mengalami kerusakan selama proses transpor dan proses pengepakan juga menjadi agak sulit, sebab briket mudah patah atau hancur. Bilamana hal ini sampai terjadi berarti mutu dari briket akan menjadi menurun dan berpengaruh besar pada proses produksi briket. Semakin tinggi kerapatan briket, semakin kuat daya rekatan pada bahan yang direkat mengakibatkan semakin tinggi kuat tekan sehingga menghasilkan daya stabilitas yang tinggi pula.

V.3. Kadar Air

Hasil penelitian dan pengujian secara statistik terhadap kadar air briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* menghasilkan kadar air yang tidak berbeda nyata diantara perlakuan ($p > 0,05$).

Terdapatnya kadar air dalam briket dapat disebabkan oleh sifat serbuk arang yang higroskopis (Anonimus, 1993). Artinya serbuk arang mempunyai afinitas terhadap air. Kemampuan briket untuk mengabsorpsi atau kehilangan air tergantung pada suhu dan kelembaban atmosfer yang mengelilinginya (Anonimus, 1993). Akibatnya kandungan air di dalam briket berubah-ubah menurut keadaan atmosfer sekelilingnya. Perubahan kadar air pada briket akibat dari kelembaban nisbi dan suhu udara merupakan fungsi waktu, artinya pada perubahan kedua faktor tersebut kadar air briket mula-mula akan menyesuaikan diri dengan cepat kemudian semakin lambat mendekati air setimbang (Sugihartono dkk., 1986). Sehingga briket arang yang dihasilkan masih mengandung air yang relatif sedikit. Setelah dilakukan pengujian kadar air diperoleh hasil yang tidak berbeda nyata (Lampiran 5), hal ini disebabkan karena sifat higroskopis arang isi rumen dan manure yang relatif sama serta kelembaban udara dan cara penyimpanan yang sama.

Kadar air dari briket juga dipengaruhi kuat tekan pada waktu proses pembriketan, hal ini sesuai dengan pendapat Anonimus (1993); Anonimus (1996) yang menyatakan semakin besar tekanan yang diberikan, semakin kecil kadar air briket arang yang dihasilkan, karena pengerjaan pengepresan dilakukan secara manual, dengan kuat tekan yang relatif sama sehingga akan

menghasilkan briket dengan kadar air yang tidak berbeda nyata ($t > 0,05$).

Briket arang yang sudah dicetak selanjutnya dimasukkan dalam oven 60° C selama 24 jam. Tujuan pemanasan ini adalah untuk mempercepat proses pengeringan briket yang dihasilkan. Karena semua briket yang dibuat selanjutnya dioven dengan suhu dan waktu yang sama maka setelah pengujian kadar air diperoleh hasil kadar air yang tidak berbeda nyata. Masih terdapatnya kadar air dalam briket yang relatif kecil ini disebabkan adanya kadar air yang mudah menguap tersebut sudah menguap pada saat pengeringan pada saat pemanasan 60° C selama 24 jam, sedangkan air yang terikat dengan unsur kimia lainnya masih belum bereaksi (masih tetap). Kadar air yang relatif kecil ini juga disebabkan sebagian kecil zat-zat terikat ada yang hilang atau ikut menguap bersama-sama air dan ini terjadi pada suhu 105° C (Aliansyah dkk. 1985). Sehingga semua perlakuan pada saat suhu mencapai 105° C air sudah menguap.

Kadar air yang tinggi akan mempengaruhi terhadap nilai kalor yang dihasilkan dan keteguhan briket yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Hartoyo (1984) kadar air yang tinggi akan menurunkan keteguhan briket dan kandungan kalori serta mengurangi efisiensi pengangkutan. Menurut Sumaryono dkk. (1990) rentang kadar air yang optimal dalam briket arang adalah antara 5 persen - 10 persen. Pada kondisi tersebut proses

pembriketan bisa menghasilkan briket yang cukup kuat baik dalam pengangkutan, penanganan, maupun dalam pembakarannya. Pengaruh kadar air dalam briket pada waktu pembakaran briket adalah akan menghasilkan asap dengan bau yang sudah jauh berkurang dibanding dengan asap pembakaran batu bara yang berbau dan berwarna gelap. Menurut Sumaryono dkk. (1990) asap yang dihasilkan dari pembakaran briket arang lebih baik dibanding batu bara karena sifat katalis dari molekul H_2O yang banyak dihasilkan dalam pembakaran briket yang mempercepat pembakaran zat terbang.

Tingginya kandungan air berpengaruh pada proses pembakaran, untuk itu briket yang mempunyai kadar air yang rendah maka proses pembakarannya berlangsung cepat, tetapi pada briket yang mengandung kadar air relatif tinggi maka proses pembakarannya berlangsung lambat.

V.4. Kadar Abu

Kadar abu yang dihasilkan pada penelitian ini mempunyai kadar abu yang berbeda nyata diantara perlakuan yang diberikan. Hal ini bisa dimengerti karena pada waktu pengerjaan bahan untuk pembuatan arang dilakukan metode konvensional yaitu dengan membakar bahan arang kedalam tong dimulai dengan menggunakan starter pembakar berupa arang kayu atau dengan minyak tanah yang disiramkan pada bagian atas bahan dasar kemudian secara perlahan-lahan ditambahkan

bahan arang, jika terbentuk api, selanjutnya diaduk pelan-pelan dan teratur lalu ditambahkan kembali bahan arang. Menurut Anonimus (1984) proses pengarangan yang dilakukan secara konvensional akan menghasilkan arang kurang lebih 22 persen dan menghasilkan jumlah abu yang relatif banyak. Pembuatan briket arang melalui proses pengarangan secara konvensional menyebabkan kadar abu yang dihasilkan menjadi besar.

Keadaan lain yang mempengaruhi kadar abu adalah perbedaan temperatur pada waktu proses pengarangan. Pada waktu proses pengarangan, untuk mengatur temperatur pembakaran mengalami kesulitan karena proses pengarangan yang dilakukan menggunakan metode konvensional sehingga arang yang dihasilkan tentunya akan berbeda demikian juga terhadap kadar abu yang terbentuk pada proses pengarangan tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Anonimus (1984) yang menyatakan bahwa perbedaan cara-cara pembakaran yang dilakukan dimana temperatur yang digunakan pada proses pembakarannya tidak diatur sehingga tidak sampai membentuk senyawa karbon secara sempurna sehingga yang dapat mengakibatkan kadar abu menjadi tinggi. Setelah dilakukan pengujian kadar abu briket arang dengan variasi komposisi arang isi rumen dan *manure*, ternyata briket dari arang *manure* 100 persen menghasilkan kadar abu yang paling tinggi jika dibandingkan dengan briket dari arang isi rumen 100 persen.

Tingginya kadar abu dari briket dengan bahan arang dari *manure* 100 persen disebabkan pada *manure* mengandung bahan anorganik yang menyebabkan adanya kadar abu. Hasil analisis feses, diketahui kandungan bahan anorganiknya antara lain : kalsium 0,87 persen; fosfor 0,5 persen; magnesium 0,40 persen; copper 31 mg/kg; besi 1340 mg/kg; mangan 147 mg/kg dan seng 242 mg/kg (Ruckebush and Thivend, 1980). Bahan-bahan mineral yang terdapat dalam *manure* inilah yang menyebabkan tingginya kadar abu yang dimilikinya.

Menurut pendapat Anonimus (1984); Hartoyo (1984); Anonimus (1989) menyatakan bahwa kadar abu arang yang dihasilkan dipengaruhi oleh ukuran bahan arang, pengotoran, berat jenis bahan, suhu akhir pengarangan, dan lama pengarangan.

Ukuran bahan arang yang tidak seragam akan mempengaruhi mutu arang yang dihasilkan. Feses kering yang terdapat dalam *manure* berupa gumpalan padat dan *litter* kandang berupa jerami padi yang mempunyai berat jenis berbeda dengan feses, sehingga pada waktu proses pengarangan bahan arang berbentuk padat akan mengalami proses pengarangan lebih lama dibandingkan dengan *litter* kandang yang terdapat dalam *manure*, sehingga akan terjadi proses karbonisasi lanjut pada *litter* yang akan mengakibatkan persentase kadar abu meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Anonimus (1989) bahwa semakin besar berat jenis bahan arang maka makin baik mutu arang yang dihasilkan hanya saja membutuhkan waktu

pengarangan yang lebih lama dibandingkan dengan berat jenis rendah, sehingga pada pengujian kadar abu didapatkan briket dari bahan *manure* 100 persen mempunyai kadar abu yang lebih tinggi jika dibandingkan briket dari bahan arang isi rumen 100 persen.

Adanya kotoran dalam bahan arang akan berpengaruh terhadap mutu arang yang dihasilkan. Hal ini selaras dengan Anonimus (1984); Hartoyo (1984) yang menyatakan bahwa adanya kotoran dalam bahan arang akan meningkatkan kadar abu dalam proses pengarangan sehingga akan berpengaruh terhadap mutu arang yang dihasilkan.

Beragamnya ukuran berat jenis *manure* sebagai bahan arang mengakibatkan bahan-bahan yang mempunyai berat jenis lebih kecil akan cepat mengalami pengarangan, sementara itu bahan yang mempunyai berat jenis lebih besar masih dalam proses pengarangan yang belum sempurna, sehingga pada akhir pengarangan akan didapatkan kadar abu dengan persentase yang lebih tinggi.

Suhu pengarangan dari bahan mempengaruhi mutu arang yang dihasilkan. Jika semakin tinggi suhu pengarangan maka akan didapatkan kadar abu yang lebih tinggi. Hal ini selaras dengan pendapat Anonimus (1988), semakin tinggi suhu pengarangan maka kadar abu yang dihasilkan akan meningkat, diduga karena makin tinggi suhunya persentase zat mudah menguap makin kecil dengan sendirinya kadar abu makin besar. Menurut Anonimus (1989) faktor lain yang mempengaruhi proses

pengarangan adalah kecepatan pemanasan dan tekanan udara dalam tungku pengarangan, semakin cepat pemanasan semakin sukar pengamatan terhadap tahap-tahap karbonisasi dan mutu arang yang dihasilkan rendah, jika semakin tinggi tekanan maka semakin banyak arang yang dihasilkan dari proses pengarangan tersebut.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* mempunyai kandungan kalori.
2. Briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* mempunyai kerapatan yang tidak berbeda nyata.
3. Briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* tidak memberikan perbedasany yang nyata terhadap kandungan kadar air.
4. Briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* memberikan perbedaan yang nyata terhadap kandungan kadar abu.

VI.2. Saran

1. Menggunakan briket dengan arang dari limbah isi rumen dan *manure* sebagai sumber energi biomassa briket arang.
2. Perlu dilakukan pengkajian teknologi dan studi tekno ekonomi, sehingga dapat memicu minat kalangan swasta agar turut terjun dibidang usaha pembriketan arang dari limbah isi rumen dan *manure*.

RINGKASAN

Penelitian tentang pemanfaatan limbah isi rumen dan *manure* sebagai sumber energi biomassa - briket arang dilakukan selama 45 hari, dimulai tanggal 27 September 1997 dan berakhir pada tanggal 10 Nopember 1997 di Surabaya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* terhadap besar kalori, kerapatan, kadar air, dan kadar abu.

Pada penelitian ini dibuat 30 buah briket yang dibagi secara acak dalam lima perlakuan dan lima ulangan serta sisanya sebanyak lima buah diujikan untuk mengetahui kandungannya. Perlakuan yang diberikan berupa variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* sebagai bahan pembuatan briket arang dengan persentase yang berbeda-beda. Briket arang dengan formula penyulut dibuat dengan lima macam komposisi bahan masing-masing adalah arang limbah isi rumen 100 persen (POR), campuran arang limbah isi rumen dan *manure* dengan konsentrasi arang isi rumen 75 persen (P1), 50 persen (P2), dan 25 persen (P3) serta dari arang *manure* 100 persen (POM).

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah kandungan kalori, kerapatan, kadar air dan kadar abu briket arang. Hasil pengamatan diuji dengan sidik ragam dengan signifikansi lima persen, apabila terdapat

perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan dengan tingkat signifikansi lima persen untuk mengetahui pengaruh prosentase campuran arang limbah isi rumen dan *manure* terhadap kerapatan, kadar air dan kadar abu. Untuk pengujian kandungan kalori disajikan secara diskriptif.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah briket arang dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure* mempunyai kandungan kalori dan tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap kerapatan serta kadar air, tetapi memberikan perbedaan yang nyata terhadap kadar abu.

Smith, Aron A. 1987. Animal Nutrition. John Willey And sons. Chichester. New York. Brisbane. Toronto. Singapore.

Blakely, J. dan D.H. Bade. 1991. Ilmu Peternakan Gadjah Mada. University Press. Yogyakarta. *PKM*

Donald, P., R.A. Edwards and J.f.d Grehalgh. 1987. Animal Nutrition. Longman Group Ltd. Hongkong. *PKM*

Dalgapar, Khaerudin. 1995. Pengawetan Kayu. Penebar Swadaya. Jakarta.

Emmanuel, B. 1978. Effect Of Rumen Contents or Fractions There of on Peformance of Broiller. Br Poult. Sci.

Ensminger, M.E. 1987. Beef Cattle Science. 6th ed. The Interstate Printers and Publishers. Inc Danville Illionis.

Ensminger, M.E. 1991. Animal Science. 9th ed. The Interstate Printers and Publishers. Inc Danville Illionis.

Fengel, D. and G. Wegener. 1995. Kayu Kimia Ultra Struktur Reaksi-Reaksi. Gadjah Mada. University Press. Yogyakarta.

Forbes, J.M. and J. France. 1993. Quantitative Aspec of Ruminan Digestions and Metabolism. C.A.B. International. *PKM*

Fransdon, R.D. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak Gadjah Mada. University Press. Yogyakarta. *PKM*

Girindra A. 1994. Biokimia Patologi Hewan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Guntoro, S. Potensi Ternak Di Indonesia Dalam Menanggulangi Krisis Energi Serta Pengaruhnya Terhadap Lingkungan Hdup. Dalam Buletin Teknik Dan Pengembangan Peternakan. No. 22/11/81/82.

Haroyo, Jacob., Ando., Han Poliadi. 1978. Percobaan Pembuatan Briket Arang Dari Lima Jenis Kayu Indonesis. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan. No? 193 Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.

Haroyo, S. Nilai Kowersial Briket Arang Dari Serbuk Gergaji Dan Limbah Industri Perkayuan Yang Dibuat dengan Cara sederhana. Dalam Hasil Lokskarya Energi 10 - 11 Mei 1984. Jakarta.

Hill, John. and Doris K. Kolb. 1995. Chemistry For Changing Times. 7th ed. Prentice Hall. Engle Wood Cliffs, New Jersey.

Ishandi, Joko. 1986. Mineralogi. Nur Cahaya. Yogyakarta.

Judoamidjogo, E G. Said dan L. Hartoto. 1989. Biokonversi.PAV. Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Kadir, Abdul. 1987. Energi. Universitas Indonesia Press Jakarta.

Limaningrum, 1989. Dasar Perancangan Percobaan Dan Rancangan Asok Lengkap Universitas Airlangga. Surabaya PKM

& Masun. 1996. Bahan Bakar Dari Feses Sapi. Majalah Peternakan Indonesia. Edisi Januari - Februari.

Mustikoweni., Herman setyono., Tri Nurhajati., Agustono., M.Arief., M. Anam Arif. 1995. Prosedur Analisis Pengawetan Bahan Pakan Ternak Dan Laporan Pratikum. Laboratorium Ilmu Makanan Ternak. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

Phillips, Clive. and David Piggins. 1992. Farm Animal and The Environment. C.A.B. International.

Poulsen, Y. and P. Thivend. 1980. Digestive Physiology and Metabolism Ruminants. Avi Publishing Company Inc. Connecticut.

Satibi, Lukman. dan Kamidjo Herusulistyo. Nilai Kalor Propena Dasar Poli Sulfida Dan Dasar Poli Uretan. Dalam Majalah Lapan. No. 64 Tahun Ke XVI. ISSN 0126 - 0480. Bulan Januari - 1993.

Sears, Frances Weston., and Mark. W. Zemansky. 1985. Fisika Untuk Universitas. Saduran Bebas. Soejana dan Anan Ahmad. Cetakan. Ke 6. Bins Cipta. Jakarta. 10.

Setiawan, Ade Iwan. 1996. Memanfaatkan Kotoran Ternak. Penerbit Swadaya. Jakarta.

Sjostrom, Eero. 1995. Kimia Kayu Dasar-Dasar Penggunaan. Gadjah Mada. University Press. Yogyakarta.

Stern, F. 1991. Perkiraan Kebutuhan Energi Untuk Manusia Pada Pelita IV Sampai Pelita IX. Menurut Model "markal". Dalam Majalah BPPT. No. XLIII.

Subiyanto, Tjokroadikoesoemo P. 1986. HFS Dan Industri Ubi Kayu Lainnya. Jakarta.

Sugihartono., Yudowati., Sumadi., R. Ambarwati Salim., Aliansyah., Syachriani. 1986. Penelitian Pengaruh Kadar Air Kayu Tekanan Tempa Dan Perekat Pada Pembuatan Papan Blok. Balai Penelitian Dan Pengembangan Industri. Banjarbaru.

Sumaryono., Hasrifaldi., Kusna Permana. 1990. Pembriketan Batu Bara Bojong Manik Dengan Serbuk Kayu. Dalam Buletin Pusat Pengembangan Teknologi Mineral. Vol 12, No. 3 Juli. 1990.

Sutigno. 1988. Perekat Dan Perekatan. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan. Institut Pertanian Bogor.

Sternheim. and Kane. 1991. General Phisics. Second Edition. John Willey & Sons. New York. Chichester Brisbane. Toronto. Singapore. 53 - 54.

✓ Swandayastuti, S.N.O. 1980. Perbandingan Komposisi Perut Depat Perut Sejati Dan Manure Pada Sapi Domba Dan Kambing. Skripsi Universitas Jenderal Sudirman. Purwokerto.

Snedeen, J.B.O. and S.V. Kerr. 1969. Applied Heat For Enginers. Four Edition. Blackie & Son. Limiteds Fitz. Hardinge - London. Bishop. Briggs. Glaslow.

Taggart, Arthur F. 1960. Hand Book Of Mineral Dressing Ores And Industrial Materials. John Willey And Sons. Inc. New York. London.

Tillman. D Allen, Hari Hartadi, Soedono Reksohadiprodjo, Soeharto Prawirokusumo, Soekanto Lebdo Soekotjo. 1989. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta. Pkan

Tohir, Mad. 1983. Pemanfaatan Instalasi Gas Bio Dari Kotoran Ternak Dalam Menunjang Pembangunan Di Indonesia. Seminar Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga Surabaya.

Usri, Nasripan., Wiradisatra A.D., Mas Datta Hunnah. Pencemaran Di Peternakan. Dalam Buletin PPSKI. No. 34th VII Juli - September 1991.

Whistler, Roy L. And Paschall Eugene. 1967. Starch: Chemistry And Tecnology. Vol II Industrial Aspects Academic Press. New York. and London.

Yaverbaum, Lee. .1977. Fluidized and Combustion Of Coal
And Waste Materials. Noyes Data Corporation Park
Ridge. New Jersey. USA 222 - 226.

LAMPIRAN



SUCOFINDO

WORLDWIDE SERVICES

CORRESPONDENTS OF:

SGS Société Générale de Surveillance S.A., GENEVA.

Laboratory SUCOFINDO Surabaya Branch
Jl. Kedungsari No. 1, Surabaya
Phone : (031) 5343857 Fax : (031) 5343856

PT. SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

HEAD OFFICE : GRAHA SUCOFINDO JL. RAYA PASAR MINGGU KAV. 34
JAKARTA 12780 PO BOX 2177 JKT 10001 PHONE : (021) 7983666
FAX : (021) 7983888 TELEX : 66056, 66057, 66058 SUCOF IA CABLE SUCOFINDO

No. : **2181253**

REPORT OF ANALYSIS

O/R : 2303-2307/EXT/42.11/X/97/gts.

SBA/LAB/05108/97.

OC : 011522

PRINCIPALS : Mr. Moch. NANANG TEDJOLAKSONO
Jl. Dharmawangsa Dalam Selatan, SURABAYA

The following sample was submitted and identified by the principal as :

SAMPLE OF : Said to be " BRIKET "

TESTED FOR : Calorivic Value.

SAMPLE MARKS : Attached as below.

DESCRIPTION OF SAMPLE : Packing : Unsealed plastic bag.
5 (five) samples were received on October 31, 1997.

INSPECTION/SAMPLING WAS NOT CARRIED OUT BY PT. SUCOFINDO.

The results of requested analysis or testing are as follows :

| Sample Marks | Calorific value (kcal/kg) | | |
|--------------------------|---------------------------|------|------|
| | AR | ADB | DB |
| R = 75, M = 25, 300 Gr | 3180 | 3207 | 3434 |
| R = 50, M = 50, 264.4 Gr | 2997 | 2997 | 3205 |
| R = 100, 255 Gr | 3444 | 3448 | 3716 |
| M = 100, 330 Gr | 2552 | 2560 | 2732 |
| M = 75, R = 25, 314.5 Gr | 2709 | 2715 | 2904 |

Test Method : ASTM D 2015 - 91

Surabaya, November 03, 1997.

ANALYTICAL LABORATORIES

OF PT. SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Retnoningsih
Dra. RETNONINGSIH

Lampiran 1. Analisis dari kandungan kalori menggunakan alat oksigen bom kalorimeter berdasarkan ASTM - D 2015- 91

Bahan : Briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure*.

Alat : Oksigen bom kalori meter berdasarkan ASTM - D 2015 - 91

Cara kerja.

Persiapan

- Menghidupkan water cooler.
- Menghidupkan water handling system.
- Membuka kran tabung hidrogen sehingga tekanannya 450 PSIG.

Pengoperasian

1. Menghidupkan kalori meter dan tekanan F₁ untuk mengaktifkan pompa pemanasan dan air pendingin.
2. Dibiarkan kurang lebih 20 menit untuk pemanasan kontroler dan suhu jaket mencapai stabilisasi, stand bay akan muncul di monitor jika suhu sudah mencapai set point.
3. Membasahi bom dan jaket dengan air, kemudian masukan contoh dan isi dengan oksigen dengan menekan "O₂ fill" pengisian akan selesai secara otomatis jika tekanan sudah mencapai 450 PSIG.
4. Mengisi baket dengan 2000 ml air.
5. Memasukkan baket pada kalorimeter, tepatkan panel baket pada tempat yang bersesuaian.

Dengan alat pemegang masukkan bom dengan hati-hati jangan sampai mengganggu contoh didalamnya, lepaskan alat pemegang kemudian tekan 2 kabel pembakar pada terminal bom, jauhkan kabel dari poros pengaduk sehingga tidak mengganggu proses pengadukan:

6. Tutup penutup kalorimeter akan menyebabkan pengadukan dan thermistor probe turun kedalam baket.
7. Menekan "start" muncul "call ID" mengisi No. identifikasi dari baket dan bom jika sesuai tekan enter muncul "sampel ID" catat angka ini kemudian tekan enter akhirnya muncul "sampel weight" masukkan berat contoh dan tekan enter.
8. Test kalori sedang berjalan beberapa saat sebelum penyalaan bom alarm akan berbunyi agar operator menjauhi kalorimeter.
9. Test kalori berakhir dilayar akan muncul harga kalori sementara dan tekan "Done".
10. Buka tutup kalorimeter dan keluarkan bom dari baket dan putar kran untuk mengosongkan gas sisa sebelum membuka tutup bom pembuangan gas harus pelan-pelan (tidak kurang dari satu menit) untuk menghindari kehilangan uap yang mengandung asam.
11. Cuci semua permukaan dalam bom dengan menyemprotkan aquades.

Lampiran 2. Analisis Kadar Air

Bahan : Briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure*.

Alat : Cawan Porselin, Tang Cruss, Timbangan Analitik, Oven, Exicator Berisi Silica Gel.

Cara kerja

1. Cawan Porselin dicuci bersih dan dibilas dengan aquades kemudian dikeringkan dalam oven 105⁰ C selama satu jam.
2. Cawan Porselin dikeluarkan dari dalam oven dan dimasukkan secepat mungkin ke dalam exicator tunggu sampai kurang lebih 10-15 menit lalu ditimbang (= A gram).
3. Cawan porselin diisi sampel seberat lima gram (berat cawan + sampel = B gram). Masukkan cawan porselin yang berisi sampel ke dalam oven 105⁰ C selama satu malam.
4. Cawan porselin berisi sampel dikeluarkan dari dalam oven dan segera dimasukkan ke dalam exicator hingga dingin (10-15 menit). Setelah dingin ditimbang beratnya (= C gram).
5. Dihitung kadar bahan kering bebas air menurut cara perhitungan yang tertera di bawah ini.

Cara perhitungan

$$\text{Kadar bahan kering bebas air} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Kadar air = 100 - kadar bahan kering bebas air.

Lampiran 3. Analisis Kadar Abu

Bahan : Briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure*.

Alat : Tang Cruss, Sruss, Timbangan Analitik, Spatula, Oven, Exicator, Bunzen, dan Tanur Listrik.

Cara kerja

1. Cruss dicuci bersih dibilas dengan aquades dan dikeringkan dalam oven 105° C selama satu jam.
2. Cruss dikeluarkan dari dalam oven dan dimasukkan kedalam exicator selama 10 - 15 menit kemudian ditimbangan (= A gram).
3. Cruss diisi dengan sampel seberat lima gram (berat cruss + sampel = B gram) kemudian cruss dibakar diatas api bunzen sampai tidak berasap.
4. Cruss yang berisi sampel dan yang telah dibakar tadi dimasukkan kedalam tanur listrik bertemperatur 550° C selama lima jam. Setelah itu tanur listrik dimatikan sementara cruss yang ada didalam dibiarkan dulu tetap didalam tanur listrik hingga semalam (menunggu dinginnya tanur listrik).
5. Keluarkan cruss dari dalam tanur listrik dan masukkan kedalam exicator selama 10 - 15 menit selanjutnya ditimbang beratnya (= C gram).

6. Kadar abu dihitung sesuai cara perhitungan yang tertera dibawah ini.

Cara perhitungan

$$\text{Kadar Abu} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Lampiran 4. Analisis Statistik Kerapatan briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan manure. (dalam satuan gram / sentimeter kubik)

| Perlakuan Ulangan | POR | POM | P1 | P2 | P3 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1 | 0,47 | 0,37 | 0,56 | 0,47 | 0,47 |
| 2 | 0,48 | 0,40 | 0,43 | 0,42 | 0,37 |
| 3 | 0,49 | 0,39 | 0,42 | 0,45 | 0,4 |
| 4 | 0,47 | 0,51 | 0,43 | 0,41 | 0,42 |
| 5 | 0,5 | 0,37 | 0,41 | 0,43 | 0,44 |
| Jumlah | 2,41 | 2,04 | 2,225 | 2,18 | 2,1 |
| Rata-rata | 0,482 | 0,408 | 0,45 | 0,436 | 0,42 |

Jumlah kuadrat

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (0,47)^2 + (0,48)^2 + \dots + (0,44)^2 - \frac{(10,98)^2}{5 \times 5} \\
 &= 4,8768 - 4,822416 \\
 &= 0,054
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \sum_{t=i}^n \frac{Y_i^2}{n} - FK \\
 &= \frac{(2,41)^2 + (2,04)^2 + (2,25)^2 + (2,18)^2 + (2,1)^2}{5} - \frac{(10,98)^2}{5 \times 5}
 \end{aligned}$$

$$= 4,83892 - 4,822416$$

$$= 0,017$$

$$\text{JKS} = \text{JKT} - \text{JKP}$$

$$= 0,054 - 0,017$$

$$= 0,037$$

Kuadrat tengah

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKP}}{t-1} = \frac{0,017}{5-1}$$

$$= 0,004$$

$$\text{KTS} = \frac{\text{JKS}}{t(n-1)} = \frac{0,037}{5(5-1)}$$

$$= 0,002$$

$$F_{\text{hit}} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTS}} = \frac{0,004}{0,002}$$

$$= 2$$

Sidik Ragam Pengaruh Variasi Komposisi Arang Terhadap Kerapatan Briket

| Sumber keragaman | Derajat Bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F Hitung | F tabel |
|------------------|---------------|----------------|----------------|----------|---------|
| Perlakuan | 4 | 0,017 | 0,004 | 2 | 2,87 |
| Sisa | 20 | 0,037 | 0,002 | | |

Kesimpulan:

$$F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}} (0,05)$$

ternyata bahwa kelima perlakuan (POR, POM, P1, P2 dan P3) tersebut memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap kerapatan briket arang.

Lampiran 5. Analisis Statistik Kadar Air Briket Dengan Variasi Komposisi Arang Dari Limbah Isi Rumen Dan Manure (dalam satuan persen)

| Perlakuan Ulangan | POR | POM | P1 | P2 | P3 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 5,90 | 5,11 | 5,38 | 5,35 | 5,18 |
| 2 | 5,67 | 5,32 | 5,27 | 5,29 | 5,42 |
| 3 | 5,01 | 5,37 | 5,05 | 5,42 | 5,40 |
| 4 | 5,13 | 5,56 | 5,49 | 5,57 | 5,50 |
| 5 | 4,96 | 5,05 | 5,47 | 4,97 | 5,09 |
| Jumlah | 26,67 | 26,41 | 26,66 | 26,60 | 26,59 |
| Rata-rata | 5,334 | 5,282 | 5,332 | 5,320 | 5,318 |

Jumlah kuadrat

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (5,90)^2 + (5,67)^2 + \dots + (5,09)^2 - \frac{(132,93)^2}{5 \times 5} \\
 &= 708,1615 - 706,815396 \\
 &= 1,346
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \sum_{t=1}^t \frac{Y_i^2}{n} - FK \\
 &= \frac{(26,67)^2 + (26,41)^2 + (26,66)^2 + (26,60)^2 + (26,59)^2}{5} - \frac{(132,93)^2}{5 \times 5}
 \end{aligned}$$

$$= 706.82414 - 706.815396$$

$$= 0.009$$

$$JKS = JKT - JKP$$

$$= 1.346 - 0.009$$

$$= 1.337$$

Kuadrat tengah

$$KTP = \frac{JKP}{t-1} = \frac{0.009}{4} = 0.002$$

$$KTS = \frac{JKS}{t(n-1)} = \frac{1.337}{20} = 0.067$$

$$F \text{ hit} = \frac{KTP}{KTS} = \frac{0.002}{0.067} = 0.029$$

Sidik ragam pengaruh variasi komposisi arang terhadap kadar air briket

| Sumber Keragaman | Derajat Bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F Hitung | F Tabel 0,05 |
|------------------|---------------|----------------|----------------|----------|--------------|
| Perlakuan | 4 | 0,009 | 0,002 | 0,029 | 2,87 |
| sisas | 20 | 1,337 | 0,067 | | |

Kesimpulan

$$F \text{ hit} < F \text{ tabel (0.05)}$$

Ternyata bahwa kelima perlakuan POR, POM, P1, P2 dan P3 tersebut memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap kadar air briket arang.

Lampiran 6. Analisis Statistik Kadar Abu Briket Dengan Variasi Komposisi Arang Dari Limbah Isi Rumen Dan Manure(dalam satuan persen)

| Perlakuan Ulangan | POR | POM | P1 | P2 | P3 |
|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 37,27 | 58,34 | 40,58 | 44,53 | 47,43 |
| 2 | 37,72 | 57,06 | 40,63 | 39,21 | 48,07 |
| 3 | 38,36 | 57,24 | 45,21 | 44,22 | 47,73 |
| 4 | 42,70 | 52,79 | 40,00 | 44,70 | 47,96 |
| 5 | 41,98 | 58,83 | 39,31 | 45,65 | 47,99 |
| Jumlah | 198,03 | 284,26 | 205,73 | 218,31 | 239,18 |
| Rata-rata | 39,606 ^d | 56,852 ^a | 41,146 ^{cd} | 43,662 ^c | 47,836 ^b |

Jumlah kuadrat

$$JKT = \sum_{i=1}^n y_i^2 - FK$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 - FK$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 - FK$$

$$= (39,27)^2 + (37,72)^2 + \dots + (47,99)^2 - \frac{(1145,51)^2}{5 \times 5}$$

5x5

$$= 53538,7249 - 52487,7264$$

$$= 1050,998$$

$$JKS = \sum_{i=1}^n y_i^2 - FK$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 - FK$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 - FK$$

$$= \frac{(198)^2 + (284,25)^2 + (205,74)^2 + (218,28)^2 + (239,17)^2}{5} - \frac{(1145,51)^2}{5 \times 5}$$

$$= 53442,15798 - 52487,7264$$

$$= 954,431$$

$$\text{JKS} = \text{JKT} - \text{JKP}$$

$$= 1050,998 - 954,431$$

$$96,567$$

Kuadrat tengah

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKP}}{t-1} = \frac{954,431}{5-1}$$

$$= 1050,998$$

$$\text{KTS} = \frac{\text{JKS}}{t(n-1)} = \frac{96,567}{5(5-1)}$$

$$= 4,828$$

$$F_{\text{hit}} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTS}} = \frac{96,567}{4,828}$$

$$= 20,001$$

Sidik Ragam Pengaruh Variasi Komposisi Arang Terhadap Kadar Abu Briket.

| Sumber | Derajat | Jumlah | Kuadrat | F Hitung | F Tabel |
|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Keragaman | Bebas | Kuadrat | Tengah | | 0,05 |
| Perlakuan | 4 | 954.431 | 238,608 | 20,001 * | 2,87 |
| Sisa | 20 | 96.567 | 4,828 | | |

Kesimpulan

F hitung > F tabel (0,05)

ternyata bahwa kelima perlakuan POR, POM P1, P2 dan P3 tersebut memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap kadar abu briket arang.

Hasil yang diperoleh dari uji F (sidik ragam) kemudian di uji dengan perbandingan berganda menggunakan uji t dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD).

$$S_e = \sqrt{\frac{KTS}{n}}$$

$$LSR = SSR \times S_e$$

$$= \sqrt{\frac{4.828}{5}}$$

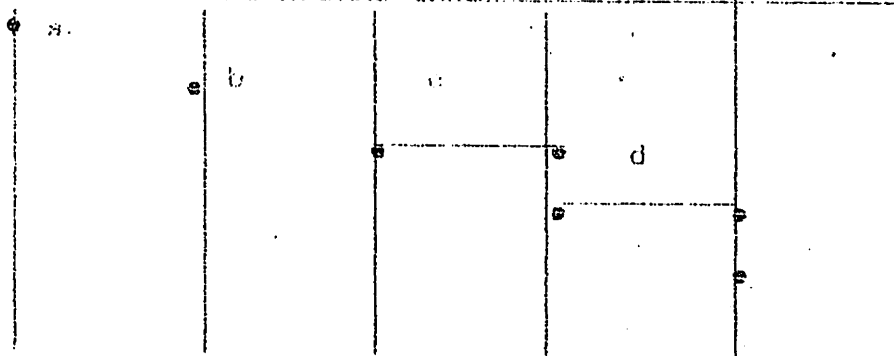
$$= 0.982$$

Perbedaan Rata-Rata Perlakuan Berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan

| Perlakuan | Rata-rata perlk | Beda | | | | P | SS R | LSR |
|----------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|------|---------|
| | | X - P _{0R} | X - P ₁ | X - P ₂ | X - P ₃ | | | |
| POM | 56,852 ^a | 17,246* | 15,706* | 13,19* | 9,016* | 5 | 3,26 | 3,20132 |
| P ₃ | 47,836 ^b | 8,23* | 6,60* | 4,174* | | 4 | 3,19 | 3,13258 |
| P ₂ | 43,662 ^c | 4,056* | 2,516 | | | 3 | 3,10 | 3,0442 |
| P ₁ | 41,146 ^{cd} | 1,54 | | | | 2 | 2,95 | 2,8969 |
| POR | 39,606 ^d | | | | | | | |

Pemetaan pada notasi

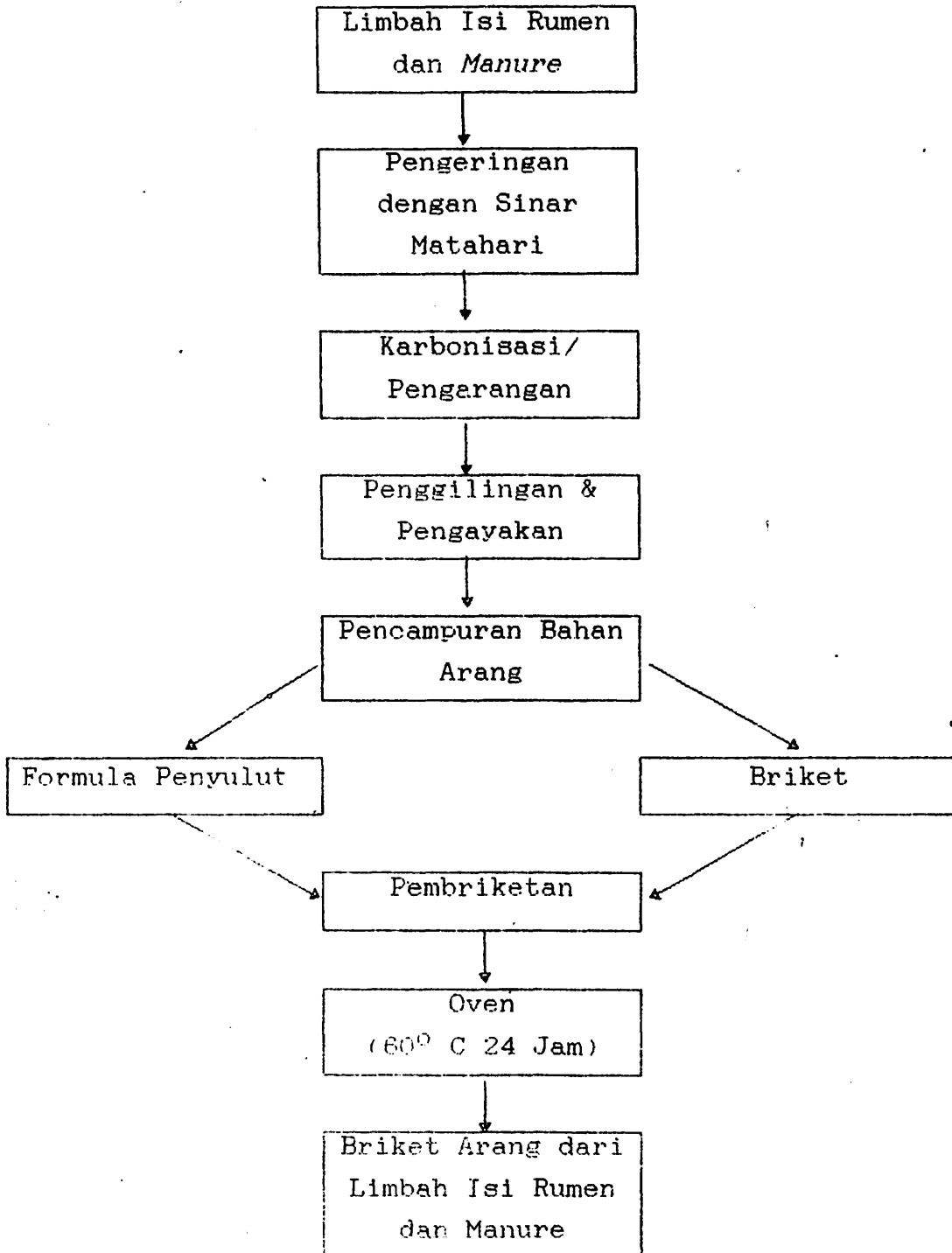
| P0H ^a | P3 ^b | P2 ^c | P1 ^{cd} | P0R ^d |
|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 56,852 | 47,836 | 43,662 | 41,146 | 39,606 |



Kesimpulan

Ternyata bahwa hasil tertinggi didapat pada perlakuan P0H yang berbeda nyata dengan perlakuan lain. Sedang hasil terendah didapat pada perlakuan P0R yang berbeda nyata dengan perlakuan P1.

Lampiran 7. Bagan proses pembuatan briket arang dari limbah isi rumen dan *manure*





Gambar 1 Limbah isi rumen



Gambar 2 limbah manure



Gambar 3. oksigen bom kalori meter berdasarkan ASTM - D
2015 - 91



Gambar 4. Alat pencetak briket manual



Gambar 5. Briket dengan variasi komposisi arang dari limbah isi rumen dan *manure*

Keterangan

- A = Briket dengan bahan dari 100 persen limbah isi rumen (POR).
- B = Briket dengan bahan dari 75 persen limbah isi rumen; 25 persen *manure* (P1).
- C = Briket dengan bahan dari 50 persen limbah isi rumen; 50 persen *manure* (P2)
- D = Briket dengan bahan dari 25 persen limbah isi rumen; 75 persen *manure* (P3).
- E = Briket dengan bahan dari 100 persen *manure* (POM).

