



**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH
SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DENGAN
VARIASI BAHAN PEREKAT**

SKRIPSI

Oleh:

**Achmad Alifiyan Sobirin
111910101020**

**PROGRAM STUDI STRATA 1
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH
SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DENGAN
VARIASI BAHAN PEREKAT**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Achmad Alifiyan Sobirin

111910101020

**PROGRAM STUDI STRATA 1
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahku H.Suyatmo dan Ibuku Djamilah tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang dan pengorbanan yang tiada batas hingga saat ini serta doa yang tiada hentinya beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
2. Adikku Firmansyah dan Annisa Nur Fadilah yang selalu memberikanku semangat lewat senyumnya;
3. Dosen pembimbing skripsi Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc dan Hary Sutjahjono, S.T., M.T. yang selalu setia membimbing dan memberi masukan kepadaku dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa memberikan ilmunya. Semoga ilmu yang kalian berikan bermanfaat dan barokah untukku dan untuk kalian serta menjadi amalan penolong kalian kelak;
5. Saudaraku Teknik Mesin '11 Universitas Jember, M. Dahlaz Dzuhro, Bangkit Nurul Akmal, Febrian Rhama Putra, Farihen, Ahmad Mahfud, Saddam Husein, M. Agung Fauzi, Muhammad Mukri, Arief Hidayatullah, Shofiyah Lesmana Anton Cahyono, Muslih Muhammad Asa, Imron Rosyadi Octora Rosyadi, Achmad Alifiyan Sobirin, M. Syaifudin Ihsan, Angga Rahmanto, Pemi Juni Setiawan, Luki Agung Prayitno, Irsyadul Absor, M. Arif Ramdhoni, Mei Novan Dani Setyopambudi, Ahmad Sofyan Hadi, Mar'iy Muslih Muttaqin, Muhammad Asrofi, Faisal Karamy, Yohanes Kristian, Ahmad Amril Nurman, Adam Malik, Setyo Pambudi, Muhammad Kahlil Gibran, Dwi sujatmiko, Sigit Jatmiko, Rizki Erizal, Febri Anggih Setiawan, Nurudin Hamid, Wildan Gobeze, Wildan Didi, Hegar, Dimas Triadi, Annas Widadyawan Firdaus, Jupri, Niko Putra Karuniawan, Agung Widodo, Arisyabana, Lutfi Hilman, Naufal Firas, Dani Bachtiar, Anugrah V Ilannuri, Aunur Rofik, Agus Widiyanto, M. Mirza Rosid Sudrajat, Tito Diaz, Itok Denis, Hendri, Hanif Rahmat, Hanif Hermawan,

Muhammad Abduh, Hafid, Yulius, Erda, Saiful Rizal, Adi, Wildan, Aryo Kristian, Yurike Elok Purwanti, Aisyatul Khoiriyah, Novia Dwi Triana, Kiki Ermawati, Ikawati, Upit Fitria, dan lain-lain, yang selalu memberikan motivasi dan semangat persaudaraan selama perkuliahan hingga saat ini dan teruslah bersaudara hingga kita bisa berbagi kesenangan dan kebahagiaan lagi di surganya kelak, panjang umur dan berbahagialah kalian;

6. Saudaraku kos Moersid Eko Pradana, Angger Panji Irwana, Rizal Setya Budi, Hadi Sasmito, Lukman, Halim, Chandra, Amir, Depri, Dika, Hanif, Rijal, rachell Nurman, dan lain-lain, yang sudah mau berbagi keluh kesah, senang, canda tawa bersama;
7. Ibu Moersid sekeluarga yang sudah menerima segala kekuranganku selama hidup di lingkungan kos Moersid;
8. Seluruh civitas akademik baik di lingkungan UNEJ maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.

MOTTO

“Bertawakalah pada Allah maka Allah akan mengajarimu, sesungguhnya Allah maha mengetahui segala sesuatu”

(QS. Al-Baqarah: 282)

“Barang siapa bertqwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. Barang siapa yang bertaqwa pada Allah, maka Allah jadikan urusannya menjadi mudah. Barang siapa yang bertaqwa pada Allah akan dihapus dosa-dosanya dan mendapatkan pahala yang agung”

(QS. Ath-Thalaq: 2, 3, 4)

“Sesungguhnya Allah mencintai orang-orang yang sabar”

(QS. Ali-Imran: 146)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Achmad Alifiyan Sobirin

NIM : 111910101020

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH SERBU GERGAJI KAYU SENGON DENGAN VARIASI BAHAN PEREKAT” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2015

Yang menyatakan,

(Achmad Alifiyan Sobirin)

NIM 111910101020

SKRIPSI

**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH
SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DENGAN
VARIASI BAHAN PEREKAT**

Oleh

Achmad Alifiyan Sobirin
NIM 111910101020

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc

Dosen Pembimbing Anggota : Hary Sutjahjono, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Karakteristik Mekanik Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon Dengan Variasi Bahan Perekat” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.
NIP 19680617 199501 1 001

Anggota I,

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.
NIP 19600812 199802 1 001

Sekretaris,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
NIP 19681205 199702 1 002

Anggota II,

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.
NIP 19691201 199602 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. WidyonoHadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Analisis Karakteristik Mekanik Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon dengan Variasi Bahan Perekat, Achmad Alifiyan Sobirin; 111910101020; 2015; 95 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan, briket merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang memiliki prospek bagus untuk dikembangkan, karena selain dari proses pembuatannya yang mudah, ketersediaan bahan bakunya juga mudah didapat.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang peningkatan nilai kekuatan mekanik briket. Variasi yang digunakan adalah jenis perekat yang digunakan sebagai bahan campuran pada briket yaitu tepung tapioka, tepung beras, tepung sagu.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, untuk pembuatan briket, kemudian tempat pengujian briket dilaksanakan di Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Rumah Sakit Gigi dan Mulut, Universitas Jember, dan Laboratorium Desain Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Dari hasil penelitian briket didapat nilai densitas pada briket perekat tapioka $0,38 \text{ kg/cm}^3$, briket perekat beras $0,45 \text{ kg/cm}^3$ dan briket perekat sagu $0,43 \text{ kg/cm}^3$. Nilai drop test pada ketinggian 180 cm pada briket perekat tapioka 1,85%, briket perekat beras 1,93%, dan briket perekat sagu 50,37%. Nilai kuat tekan aksial dengan alat *Universal Testing Machine* didapatkan hasil briket perekat tapioka $18,4 \text{ N/m}^2$, briket perekat beras 34 N/m^2 , dan briket perekat sagu $2,8 \text{ N/cm}^2$. Nilai distribusi rongga dan arang menggunakan alat *microscop inverted* dengan penyelesaian menggunakan aplikasi *iview* dapat dihasilkan nilai rongga pada briket perekat tapioka 58,42%, briket perekat beras 58,12%, dan briket perekat sagu 59,82%.

SUMMARY

Mechanical Characteristics Analysis Of Waste Sawdust Briquettes Sengon With Variation Of Adhesive, Achmad Alifiyan Sobirin; 111910101020; 2015; 95 halaman; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Briquettes are clumps made of hardened soft, briquettes is one alternative fuel that has good prospects for development, because apart from the manufacturing process is easy, availability of raw materials are also easily obtainable.

In this study, focused on the increase in the value of the mechanical strength of briquettes. Variation used is the type of adhesive that is used as an ingredient in the briquettes is tapioca starch, rice flour, corn starch.

This research was conducted in the laboratory of Energy Conversion, for the manufacture of briquettes, then place the briquettes testing conducted at the Ministry for Research and Technology and Higher Education Dental Hospital, University of Jember and Laboratory Design Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

From the research results obtained briquettes in briquette density values adhesive tapioca 0.38 kg / cm³, rice gluten briquettes 0.45 kg / cm³ and briquettes adhesive sago 0.43 kg / cm³. Value drop tests at a height of 180 cm on the briquette adhesive tapioca 1.85%, 1.93% briquettes rice gluten and corn gluten 50.37% briquettes. Axial compressive strength value with a Universal Testing Machine showed briquettes adhesive tapioca 18,4 N/m², rice gluten briquettes 34 N/m², and briquette adhesive sago 2,8 N/m². The value of the particle size distributions using the tool microscop inverted-settled IView application can be generated value-adhesive cavity briquettes 58.42% tapioca, rice gluten briquettes 58.12%, and 59.82% perekatsagu briquettes.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Karakteristik Mekanik Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon Dengan Variasi Bahan Perekat”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia yang tidak pernah henti dapat penulis rasakan setiap detik dalam hidup ini.
2. Ayahku H.Suyatmo dan Ibuku Djamillah tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang dan pengorbanan yang tiada batas hingga saat ini serta doa yang tiada hentinya beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati.
3. Adikku Firmansyah dan Annisa Nur Fadhilla yang selalu memberikanku semangat lewat senyumnya.
4. Bapak Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc selaku Dosen Pembimbing utama dan Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali memberikan saran dan berbagai pertimbangan menuju kearah yang benar dalam penulisan skripsi ini;
6. Bapak-bapak Dosen Universitas Jember khususnya Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
7. Saudaraku Teknik Mesin '11 Universitas Jember yang selalu memberikan motivasi dan semangat persaudaraan selama perkuliahan hingga saat ini dan teruslah bersaudara hingga kita bias berbagi kesenangan dan kebahagiaan lagi di

surganya kelak, panjang umur dan berbahagialah kalian. Semoga kalian senantiasa mendapatkan perlindungan dan barokah-Nya.

8. Saudaraku kos Moersid yang sudah mau berbagi keluh kesah, senang, canda tawa bersama.
9. Ibu Moersid sekeluarga yang sudah menerima segala kekuranganku selama hidup di lingkungan kos Moersid.
10. Seluruh civitas akademik baik di lingkungan UNEJ maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biomassa	5
2.2 Bioarang.....	7
2.2.1 Briket.....	7
2.2.2 Jenis Perekat/Binder	8
2.2.3 Bahan Perekat Yang Digunakan.....	9

2.2.4 Pembuatan Briket.....	11
2.2.5 Bentuk – Bentuk Briket.....	12
2.2.6 Keuntungan bentuk Briket	13
2.2.7 Syarat – Syarat Briket	13
2.3 Karakteristik Briket	14
2.3.1 Uji Densitas/Kerapatan	14
2.3.2 Uji Drop Test.....	14
2.3.3 Uji Kuat Tekan Aksial	15
2.3.4 Uji Distribusi Rongga dan Arang	16
2.4 Penelitian Terdahulu	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Metode Penelitian	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.3.1 Alat.....	22
3.3.2 Bahan	23
3.4 Variabel Penelitian	23
3.4.1 Variabel Bebas.....	23
3.4.2 Variabel Terikat.....	23
3.5 Prosedur Penelitian	24
3.5.1 Pembuatan Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon	24
3.5.2 Pembuatan Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon	24
3.5.3 Pengujian Karakteristik Mekanik	25
3.6 Metode Pengujian.....	26
3.6.1 Eksperimen 1 Faktorial	26
3.7 Hipotesa	30
3.8 Analisis Data	30
3.9 Skema Pengujian	36
3.10 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	37

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Data Percobaan	38
4.1.1 Hasil Pengujian Densitas.....	38
4.1.2 Hasil Pengujian Drop Test	40
4.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial	45
4.1.4 Hasil Pengujian Distribusi Rongga dan Arang.....	50
4.1.5 Hasil Pengujian Karakteristik Thermal Briket Arang.....	51
4.2 Analisis Statistik	52
4.2.1 Pengujian Hipotesis pada Densitas/Kerapatan briket	52
4.2.2 Pengujian Hipotesis pada Drop Test.....	53
4.2.3 Pengujian Hipotesis pada Kuat Tekan Aksial	54
4.3 Pembahasan	55
4.3.1 Pembahasan Densitas	55
4.3.2 Pembahasan Drop Test	56
4.3.3 Pembahasan Kuat Tekan Aksial	58
4.3.4 Pembahasan Distribusi Rongga dan Arang	59
BAB 5. PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
LAMPIRAN	63
DAFTAR PUSTAKA	80

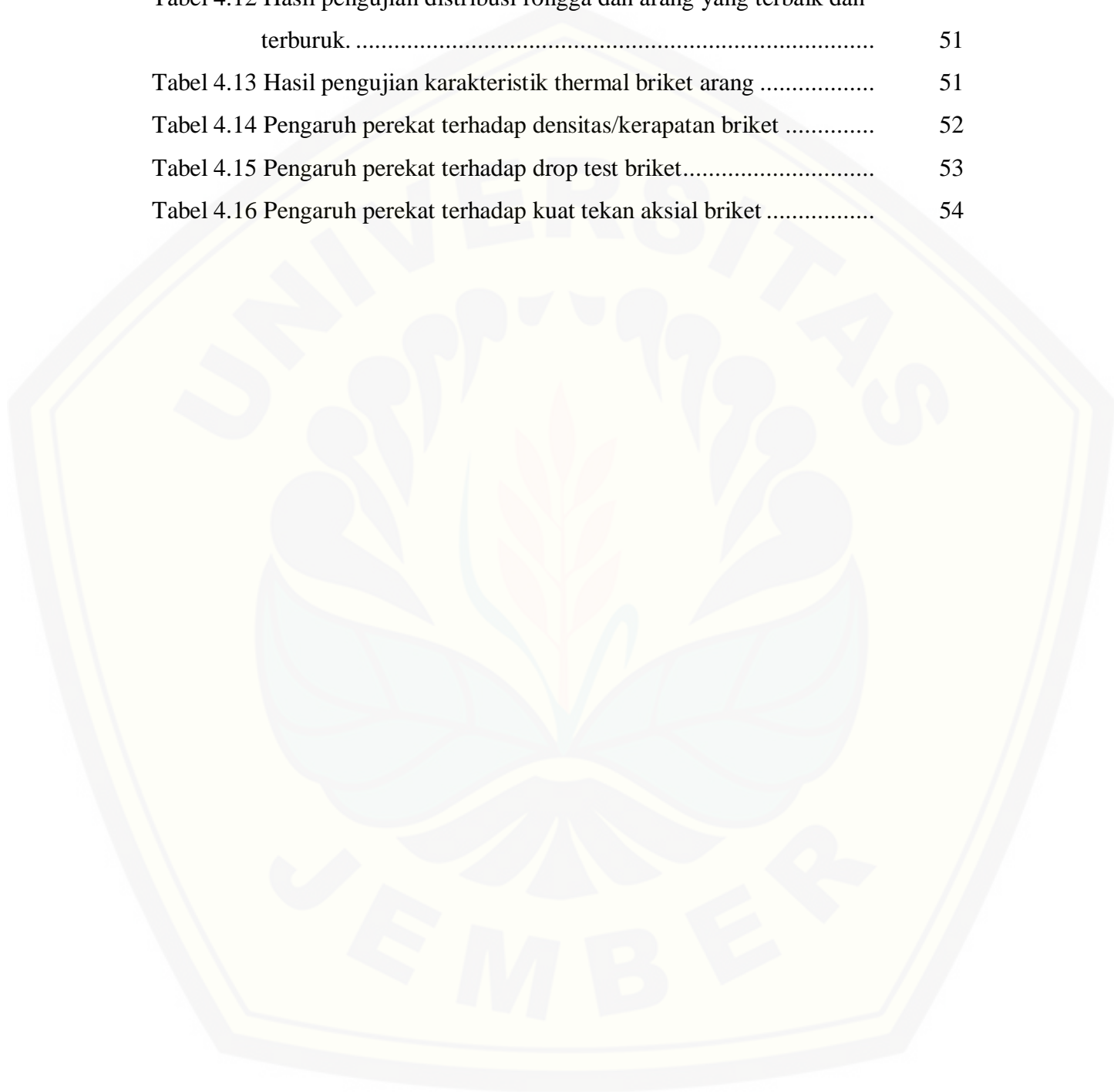
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tepung Tapioka	9
Gambar 2.2 Tepung Sagu	10
Gambar 2.3 Tepung Beras	10
Gambar 2.4 Briket Bantal (<i>oval</i>), Sarang Tawon (<i>honeycomb</i>), Silinder (<i>cylinder</i>), Telur (<i>egg</i>)	12
Gambar 2.5 Uji Drop Test	15
Gambar 2.6 Struktur Mikro Pembesaran 400x	17
Gambar 4.1 Foto Briket Perbesaran 200x	50
Gambar 4.2 Grafik Perekat dengan Densitas	55
Gambar 4.3 Grafik Perekat dengan <i>Drop Test</i>	56
Gambar 4.4 Daerah Kuat dan daerah rapuh	57
Gambar 4.5 Grafik Perekat dengan Kuat Tekan Aksial Briket	58
Gambar 4.6 Grafik Perekat dengan Distribusi Rongga dan Arang	59
Gambar 4.7 Grafik score jumlah rongga, arang briket A	60
Gambar 4.8 Grafik score jumlah rongga, arang briket B	60
Gambar 4.9 Grafik score jumlah rongga, arang briket C	61

DAFTAR TABEL

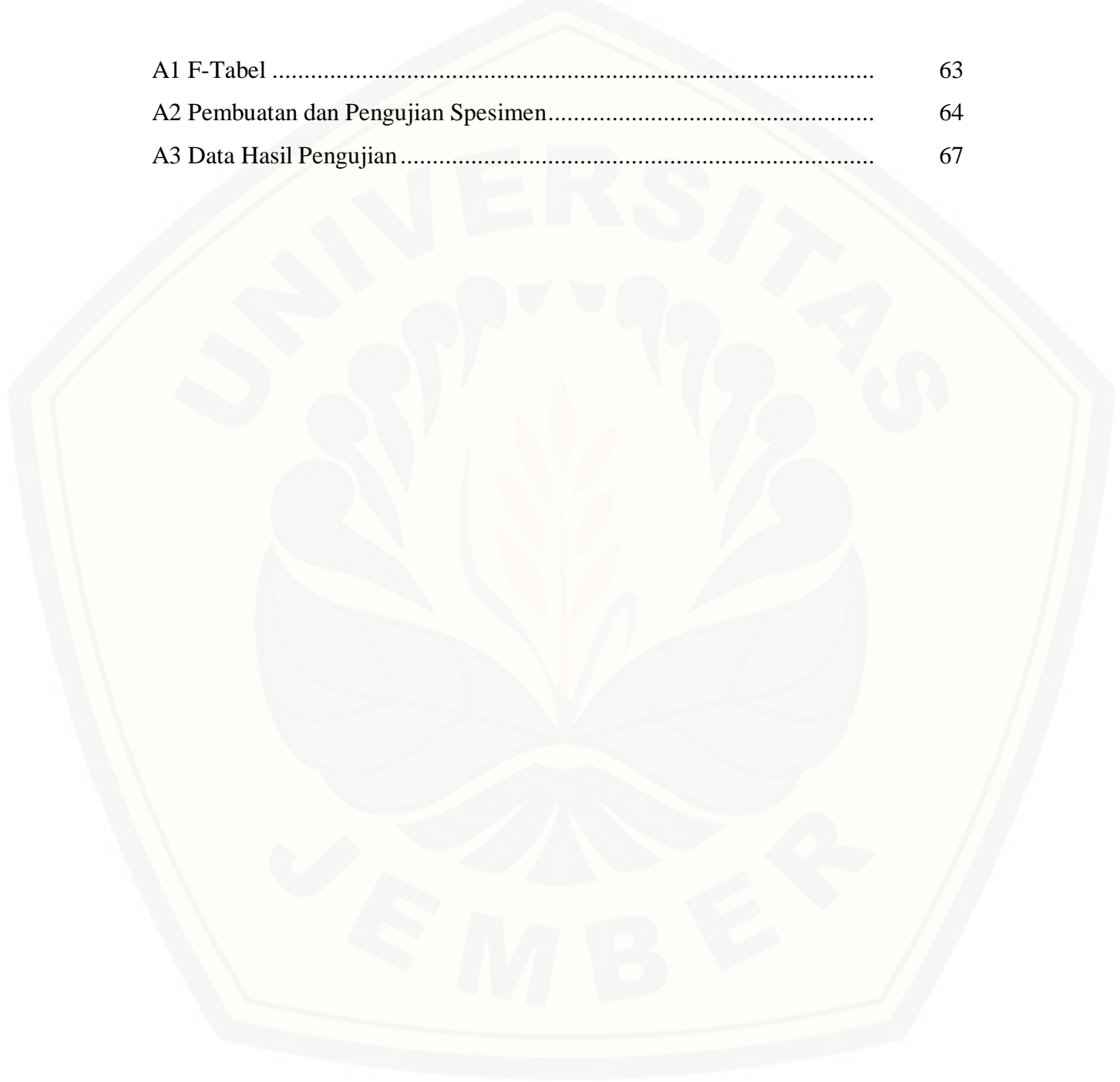
Tabel 2.1 Kandungan air, <i>amilosa</i> , dan <i>amilopektin</i>	11
Tabel 2.2 Standar Mutu Briket	13
Tabel 2.3 Densitas Briket Arang Tongkol Jagung.....	18
Tabel 2.4 Hasil uji analisis varian pengujian densitas	18
Tabel 2.5 Nilai Produk dari Setiap Perlakuan	19
Tabel 2.6 Nilai Kuat Tekan	19
Tabel 2.7 Data Nilai Kuat Tekan.....	20
Tabel 2.8 Data Nilai Densitas.....	20
Tabel 3.3 Tabel Anova.....	29
Tabel 3.4 Pengujian Densitas	30
Tabel 3.5 Pengujian Drop Test.....	31
Tabel 3.6 Pengujian Kuat Tekan Aksial	33
Tabel 3.7 Distribusi Rongga dan Arang.....	35
Tabel 3.8 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	37
Tabel 4.1 hasil pengujian densitas.	38
Tabel 4.2 Hasil pengujian densitas yang terbaik dan terburuk.....	39
Tabel 4.3 Penyajian Data hasil perhitungan pengujian Densitas untuk desain Rancangan Acak Lengkap satu faktor	39
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Drop Test</i>	41
Tabel 4.5 Hasil pengujian drop test yang terbaik dan terburuk.....	42
Tabel 4.6 Penampakan hasil pengujian drop test	43
Tabel 4.7 Penyajian Data hasil perhitungan pengujian <i>Drop Test</i> untuk desain Rancangan Acak Lengkap satu faktor	44
Tabel 4.8 Hasil pengujian kuat tekan aksial.....	46
Tabel 4.9 Hasil pengujian kuat tekan aksial yang terbaik dan terburuk.	47
Tabel 4.10 Penyajian Data hasil perhitungan pengujian Kuat Tekan Aksial untuk desain Rancangan Acak Lengkap satu faktor.....	48

Tabel 4.11 Nilai distribusi rongga dan arang tiap permukaan briket.....	50
Tabel 4.12 Hasil pengujian distribusi rongga dan arang yang terbaik dan terburuk.	51
Tabel 4.13 Hasil pengujian karakteristik thermal briket arang	51
Tabel 4.14 Pengaruh perekat terhadap densitas/kerapatan briket	52
Tabel 4.15 Pengaruh perekat terhadap drop test briket.....	53
Tabel 4.16 Pengaruh perekat terhadap kuat tekan aksial briket	54



DAFTAR LAMPIRAN

A1 F-Tabel	63
A2 Pembuatan dan Pengujian Spesimen.....	64
A3 Data Hasil Pengujian.....	67



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini, Indonesia masih menghadapi persoalan dalam mencapai target pembangunan bidang energi. Ketergantungan terhadap energi fosil terutama minyak bumi dalam pemenuhan konsumsi di dalam negeri masih tinggi, dari total konsumsi dan upaya untuk memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan belum dapat berjalan sebagaimana yang direncanakan. Di sisi lain, Indonesia menghadapi penurunan cadangan energi fosil yang terus terjadi dan belum dapat diimbangi dengan penemuan cadangan baru. Sedangkan keterbatasan infrastruktur energi yang tersedia juga membatasi akses masyarakat terhadap energi. Total potensi panas bumi Indonesia mencapai 28.910 MW. Potensi tenaga hidro di Indonesia yang tersedia saat ini mencapai 75.000 MW yang tersebar di seluruh wilayah kepulauan Indonesia. Sampai saat ini, kapasitas terpasang pembangkit listrik tenaga air (termasuk PLT-Mini hidro dan PLT-Mikro Hidro) mencapai 7.573 MW. Sedangkan untuk energi terbarukan lainnya seperti energi surya, energi angin, energi laut dan uranium memiliki potensi untuk dikembangkan dimasa mendatang. Sumber daya energi surya sebesar 4,80 Kwh/m²/day, sedangkan energi angin sebesar 3-6 m/s, energi laut sebesar 49 GW dan potensi listrik dari uranium sebesar 3.000 MW. Potensi biomassa mencapai 32.654 MW, dengan kapasitas terpasang 1.716 MW (Said, S. 2014)

Biomassa secara umum lebih dikenal sebagai bahan kering material organik atau bahan yang tersisa setelah suatu tanaman atau material organik dihilangkan kadar airnya. Bahan biomassa yang dapat digunakan untuk pembuatan briket berasal dari : limbah hasil penggergajian kayu sengon yang kurang termanfaatkan yang terdapat di Kecamatan Arjasa seperti (*logging residues, bark, saw dusk, shavinoss, waste timber*), limbah pertanian seperti (jerami, sekam, ampas tebu, daun kering), limbah bahan berserat seperti (serat kapas, goni, sabut kelapa), limbah pengolahan

pangan seperti kulit kacang-kacangan, biji-bijian, kulit-kulitan. *Sellulosa* seperti, limbah kertas, karton (Patabang, D. 2012).

Selain bahan utama yaitu limbah gergajian kayu sengon, pembuatan briket tidak terlepas dari bahan perekat, bahan perekat tepung tapioka dapat menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama tetapi nilai kalornya tidak setinggi arang kayu, hal itu disebabkan karena tepung tapioka tidak memiliki komponen yang mudah menguap, jumlah perekat yang dibutuhkan untuk jenis ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan bahan perekat hidrokarbon (Saleh, A. 2013). Kemudian untuk bahan perekat tepung sagu secara kimia, pati sagu mengandung 28% amilosa dan 72% amilopektin sehingga dapat digunakan untuk perekat, tepung sagu cukup potensial digunakan sebagai perekat (Lestari. dkk. 2010). Untuk perekat molase memiliki daya kekuatan rekat yang tinggi tetapi mengeluarkan banyak asap jika dibakar. Banyaknya asap pada saat pembakaran, disebabkan adanya komponen yang mudah menguap seperti air, bahan organik, dan lain-lain (Saleh, A. 2013). Menurut Irawan, A. (2011), tar batubara memiliki kandungan karbon yang tinggi sehingga tar merupakan salah satu perekat yang akan meningkatkan kandungan kalor biobriket yang dihasilkan dengan mencampur sekam padi dan batubara pada perbandingan tertentu. Tar memiliki kandungan kalor yang tinggi diatas 4000 kcal/kg. Hal ini disebabkan tar merupakan komponen pengikat sekaligus pemberi kandungan kalor pada batubara (Irawan, A. 2011). Sedangkan menurut Putra. dkk. (2013), briket bambu dengan berbagai variasi perekat nasi, bila dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000 tentang briket arang maka seluruh parameter telah memenuhi kecuali *volatile matter* dan karbon terikat, namun kedua parameter tersebut telah memenuhi standar kualitas briket Jepang dan USA (Putra, dkk. 2013)

Jadi dengan menggunakan bahan baku briket yaitu sisa limbah gergaji kayu sengon kita dapat mengurangi limbah dan merubahnya menjadi energi alternatif sehingga dapat digunakan oleh masyarakat sekitar. Untuk beberapa variasi perekat

seperti tepung tapioka, tepung sagu, dan tepung beras sangat mudah ditemukan di dalam lingkup kehidupan masyarakat sehingga biaya yang di keluarkan cukup murah.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dapat dilihat dari pengaruh variasi jenis bahan perekat briket terhadap:

- 1) Nilai densitas / kerapatan briket arang serbuk gergajian kayu sengon melalui uji densitas/kerapatan.
- 2) Nilai kekuatan fisik briket arang serbuk gergajian kayu sengon melalui uji *drop test*
- 3) Nilai kekuatan fisik briket arang serbuk gergajian kayu sengon melalui uji kuat tekan aksial
- 4) Nilai distribusi rongga dan arang briket arang serbuk gergajian kayu sengon menggunakan mikroskop inverted.

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan yang diterapkan untuk memudahkan analisa penelitian ini antara lain :

- 1) Kondisi udara dalam ruangan dianggap konstan, pada temperatur ruangan
- 2) Komposisi perekat sama untuk semua spesimen.
- 3) Tekanan pada proses pencetakan sama semua untuk setiap spesimen.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui perekat yang paling bagus terhadap karakteristik mekanik pada briket.

- 2) Mengetahui pengaruh variasi perekat terhadap besar nilai densitas yang meliputi uji kerapatan.
- 3) Mengetahui pengaruh variasi perekat terhadap nilai kekuatan mekanik yaitu uji kuat tekan aksial dan *drop test* briket arang serbuk kayu.
- 4) Mengetahui pengaruh variasi perekat terhadap nilai distribusi rongga dan arang menggunakan mikroskop inverted.

1.4.2 Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui bagaimana cara membuat briket dengan karakteristik mekanik yang baik
- 2) Mengetahui jenis perekat yang baik dalam pembuatan briket
- 3) Dapat membantu untuk mengurangi jumlah timbunan serbuk gergajian kayu sengon yang ada di pabrik kayu sengon
- 4) Sebagai bahan alternatif untuk bahan bakar energi yang terbarukan yang ekonomis
- 5) Dapat meningkatkan perekonomian masyarakat apabila pembuatan briket dapat dikelola dengan baik.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa adalah sumber energi yang berasal dari tumbuhan atau bagian-bagiannya seperti bunga, biji, buah, daun, ranting, batang, dan akar, termasuk tanaman yang dihasilkan oleh kegiatan pertanian, perkebunan, dan hutan. Biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan beberapa mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama biomassa adalah karbohidrat (berat kering kira-kira sampai 75 %), lignin (sampai dengan 25 %) dimana dalam beberapa tanaman komposisinya bisa berbeda-beda. Keuntungan penggunaan biomassa untuk sumber bahan bakar adalah keberlanjutannya, diperkirakan 140 juta ton metrik biomassa digunakan per tahunnya. Keterbatasan dari biomassa adalah banyaknya kendala dalam penggunaan untuk bahan bakar kendaraan bermobil (Thoha, dkk. 2010).

Biomassa secara umum lebih dikenal sebagai bahan kering material organik atau bahan yang tersisa setelah suatu tanaman atau material organik dihilangkan kadar airnya. Biomassa sangat mudah ditemukan dari aktivitas pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan, perikanan dan limbah-limbah lainnya. Limbah biomassa dan sampah bisa menjadi salah satu pilihan sumber energi alternatif. Contoh nyata pemanfaatan energi biomassa yang berasal dari produk limbah aktivitas kehutanan, perkebunan, dan telah banyak dilaksanakan yaitu kayu bakar dan arang (Patabang, D. 2012). Briket bioarang dapat meningkatkan nilai kalor per unit volume, mempunyai kualitas dan ukuran yang seragam, mudah dalam pengemasan dan mudah disimpan

Di samping itu sumber energi biomassa mempunyai keuntungan pemanfaatan (Thoha, dkk. 2010) antara lain :

- 1) Sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang *renewable resources*.
- 2) Sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara sebagaimana yang terjadi pada bahan bakar fosil.
- 3) Pemanfaatan energi biomassa juga meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah pertanian.

Salah satu contoh biomassa adalah limbah sisa hasil penggergajian kayu sengon yang kurang termanfaatkan yang terdapat di Kecamatan Arjasa. Limbah serbuk kayu sengon merupakan tanaman perkebunan yang banyak di budidayakan oleh masyarakat. Kayu sengon dapat diolah menjadi bahan bangunan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Seiring dengan meningkatnya permintaan penggunaan kayu sengon, hal ini menyebabkan industri penggergajian kayu dapat mengolah kayu sengon tersebut menjadi barang jadi atau barang yang sesuai dengan permintaan konsumen. Limbah serbuk kayu hasil penggergajian tersebut akan mengalami peningkatan sesuai dengan permintaan tersebut. Umumnya limbah yang berupa serbuk gergajian tersebut hanya digunakan sebagai bahan bakar tungku, dibakar atau bahkan tidak dipakai sama sekali, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Proses pembriketan merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah serbuk gergaji kayu sengon. Keuntungan pembriketan antara lain mampu meningkatkan nilai kalor per unit volume, mempunyai kualitas dan ukuran yang seragam, mudah dalam pengemasan dan mudah disimpan. Diharapkan dengan adanya briket dari limbah gergajian kayu sengon maka dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar yang sekarang ini harganya cukup mahal, serta dapat mengurangi timbunan sampah yang semakin lama semakin bertambah (Satmoko. dkk. 2013). Populasi kayu sengon di Jember sangatlah besar hampir tiap desa memiliki pengrajin kayu sengon untuk membuat berbagai produk dari kayu sengon, tetapi setiap ada

pabrik pasti memiliki limbah yang tidak terpakai, begitu juga kayu sengon. Limbah serbuk gergaji kayu sengon disetiap pabrik yang ada di Jember sangatlah banyak, limbah tersebut ada yang dibiarkan saja dan ada yang dibakar.

Pada penelitian kali ini limbah serbuk gergaji kayu sengon yang menumpuk akan dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan briket sebagai energi alternatif. Pada umumnya, serbuk kayu memiliki nilai kalor antara 4018.25 kal/g hingga 5975.58 kal/g dan memiliki komposisi kimia yang bervariasi, bergantung pada varietas, jenis dan media tumbuh (Ndraha, N. 2010)

Pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu sengon juga memiliki beberapa nilai manfaat, yaitu:

- 1) Mengurangi limbah – limbah pabrik.
- 2) Mengurangi tingkat pencemaran lingkungan.
- 3) Limbah kayu sengon dapat dijadikan energi alternatif
- 4) Briket kayu sengon lebih ramah lingkungan karena polusinya rendah

2.2 Bioarang

2.2.1 Briket

Briket arang atau biorang adalah arang yang diolah dengan sistem pengepresan dan menggunakan bahan perekat, sehingga berbentuk briket yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari (Arni, dkk. 2014). Keuntungan dari pemanfaatan briket diantaranya: nilai kalor yang dihasilkan oleh briket biorang lebih tinggi dari pada briket tanpa pengarangan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket arang adalah berat jenis bahan bakar atau berat jenis serbuk arang, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, dan tekanan pengempaan. Selain itu, pencampuran formula dengan briket juga mempengaruhi sifat briket.

2.2.2 Jenis Perekat/Binder

Pada pembuatan briket limbah serbuk gergaji kayu sengon menggunakan perekat dari tepung tapioka, tepung sagu, dan tepung beras, hal ini karena bahan perekat tersebut mudah ditemukan dipasaran dan harganya juga terjangkau.

Untuk merekatkan partikel – partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket maka diperlukan zat perekat sehingga dihasilkan briket yang kuat. Berdasarkan fungsi dari perekat dan kualitasnya, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut (Setiatwan. dkk. 2008) :

a. Berdasarkan sifat/bahan baku perekat briket.

Adapun karakteristik bahan baku perekatan untuk pembuatan briket adalah sebagai berikut:

- 1) Mudah terbakar dan tidak berasap.
- 2) Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya.
- 3) Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.

b. Berdasarkan jenis

Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai pengikat untuk pembuatan briket, yaitu :

1) Pengikat anorganik

Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung (tanah liat), natrium silikat.

2) Pengikat Organik

Pengikat organik menghasilkan abu yang relative sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik diantaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase

dan parafin. Adapun bahan perekat dalam pembuatan briket ini adalah tepung tapioka (sagu).

2.2.3 Bahan Perekat Yang Digunakan

1) Tepung Tapioka

Jenis tepung kualitasnya beragam tergantung pada pemakaiannya. Khusus untuk pembuatan briket dipilih yang mempunyai viskositas atau kekentalan yang tinggi (Muharyani, dkk. 2012). Pati yang diperoleh dari tanaman ubi kayu (*Manihot utilissimapohl*) merupakan polisakarida yang tersusun oleh molekul glukosa yang terdiri dari molekul amilosa dan amilo pektin. Pati berbentuk makromolekul, tidak bermuatan, berbentuk granula yang padat dan tidak larut dalam air dingin, jika dipanaskan akan mengalami gelatinasi dalam keadaan kering berwarna putih. Pati tapioka juga dipergunakan untuk keperluan industri kertas sebagai *sizing agent* (bahan penghalus kertas), industri kayu sebagai perekat dan lem, industri kimia sebagai alkohol dan dekstrin industri tekstil sebagai *sizing agen* (Irawan, A. 2011)



Gambar 2.1 Tepung Tapioka (Sumber: dedisuharto.blogspot.com)

2) Tepung Sagu

Sagu merupakan tanaman tropik yang sangat produktif sebagai penghasil pati dan energi. Diperkirakan produktifitas sagu dapat mencapai dua kali produktifitas ubi kayu. Sagu adalah salah satu pengikat organik yang memiliki kadar karbohidrat cukup tinggi. Sagu merupakan salah satu sumber karbohidrat yang ketersediaannya cukup melimpah khususnya didaerah yang memiliki usaha perkebunan sagu. Sebagai

sumber karbohidrat, sagu juga memiliki pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin yang menjadikannya mampu mengikat karbon-karbon dalam briket arang seperti halnya tapioka (Thoha. dkk. 2010)



Gambar 2.2 Tepung Sagu (Sumber: raditcellular.blogspot.com)

3) Tepung Beras

Dasar pemilihan tepung beras ini adalah tepung beras merupakan salah satu produk olahan beras yang merupakan komoditif lokal yang dapat diusahakan oleh petani. Di samping itu tepung beras juga merupakan bahan yang mengandung protein cukup tinggi yaitu 8,7% (Widjajaseputra, dkk. 2011). Bahan perekat pati, dekstrin, dan tepung beras akan menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama tetapi nilai kalornya tidak setinggi arang kayu. Bahan perekat dari tumbuh-tumbuhan seperti pati (tapioka) memiliki keuntungan dimana jumlah perekat yang dibutuhkan untuk jenis ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan bahan perekat hidrokarbon (Saleh, A. 2013)



Gambar 2.3 Tepung Beras (Sumber: www.bebeja.com)

Tabel 2.1 Kandungan air, *amilosa*, dan *amilopektin*

Jenis Tepung	Air (%)	Amilosa (%)	Amilopektin (%)
Tepung Tapioka	9.84	17,10%	82,13%
Tepung Beras	7.58	20%	99%
Tepung Sagu	14.10	34%	73%

Sumber: Ndraha (2010)

Amilosa dan amilopektin merupakan komponen penyusun pati dalam tepung. Amilosa berguna untuk memberikan efek keras, sedangkan amilopektin berguna untuk memberikan efek lengket.

2.2.4 Pembuatan Briket

Menurut Arni, dkk (2014) metode pembuatan briket adalah sebagai berikut:

- 1) Pengeringan, sampah organik dan tempurung kelapa dikeringkan dengan menjemur kedua bahan tersebut.
- 2) Pengarangan, tempurung kelapa dan sampah organik diarangkan dengan pengarangan manual (proses pirolisis) dengan menggunakan tanah yang dilubangi sebagai tempat pengarangan.
- 3) Penghalusan bahan, tempurung kelapa dan sampah organik dari hasil pengarangan ditumbuk dengan menggunakan lesung dan alu.
- 4) Pengayakan, pengayakan dimaksudkan untuk menghasilkan tempurung kelapa dan sampah organik yang lembut dan halus. Arang ini disaring dengan ukuran lolosan 60 mesh.
- 5) Pencampuran media, tempurung kelapa dan sampah organik yang telah diayak selanjutnya dicampur dengan komposisi bahan bioarang diasumsikan memiliki massa yang sama dengan pencampuran arang tempurung kelapa,

arang sampah organik dan tepung kanji yaitu 50% : 50% dan perekat amilum tepung beras ketan 8% dari banyaknya hasil campuran bahan bioarang.

- 6) Pencetakan, hasil campuran bahan bioarang dan perekat tersebut ditimbang dengan massa yang sama yaitu masing-masing sampel massanya 20 gram untuk tiap bentuk sampel. Kemudian dimasukkan ke dalam cetakan briket berdasarkan variasi bentuk (bentuk silinder dan bentuk kotak). Alat cetak yang digunakan memiliki luas dan volume yang sama untuk tiap bentuk selanjutnya diberikan pengempaan dengan bantuan kayu yang dikempa secara manual, setelah itu briket yang dihasilkan akan dikeringkan.
- 7) Pengeringan, proses pengeringan pada suhu 60°C selama 24 jam dengan cara di oven.

2.2.5 Bentuk – Bentuk Briket

Beberapa tipe / bentuk briket yang umum dikenal, antara lain (Purnama, dkk. 2012) :

- 1) Bantal (*oval*)



Gambar 2.4 Briket Bantal (*oval*), Sarang Tawon (*honeycomb*), Silinder (*cylinder*),
Telur (*egg*)

Menurut Sari, dkk (2009) bentuk briket yang baik adalah dengan mencetak briket menjadi bentuk silinder karena proses pembuatannya yang mudah dan hemat biaya dalam pembuatan cetakannya.

2.2.6 Keuntungan Bentuk Briket

Adapun keuntungan dari bentuk briket adalah sebagai berikut (Purnama, dkk. 2012):

- 1) Ukuran dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
- 2) Porositas dapat diatur untuk memudahkan pembakaran.
- 3) Mudah dipakai sebagai bahan bakar.

2.2.7 Syarat – Syarat Briket

Menurut Mangkau, dkk (2011) syarat briket yang baik adalah briket yang permukaannya halus, dan tidak mudah rusak. Selain itu, sebagai bahan bakar, briket juga harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

Tabel 2.2 Standar Mutu Briket

Sifat – sifat	Standar Mutu					
	Komersial	Impor	Jepang	Inggris	USA	SNI
Moisture %	7,75	6 s/d 8	6 s/d 8	3 s/d 4	6	8
Ash %	5,51	3 s/d 6	3 s/d 6	8 s/d 10	18	8
Volatile Matters %	13,14	15 s/d 30	15 s/d 30	16	19	15
Fixed Carbon %	78,35	60 s/d 80	60 s/d 80	75	58	77
Kerapatan g/cm ³	0,4407		1 s/d 2	0,84	1	
Kekuatan Tekan Kg/cm ²			60	12,7	62	
Nilai Kalor kcal/g	6814,11	6000 s/d 7000	6000 s/d 7000	7300	6500	5000

Sumber: Mangkau, dkk (2011)

2.3 Karakteristik Briket

2.3.1 Uji Densitas / Kerapatan

Menurut Syafiq, A (2009) Densitas merupakan salah satu parameter penting dimana tujuan utama dalam proses pembriketan adalah untuk meningkatkan densitas sehingga nilai kalor briket persatuan volume menjadi meningkat. Faktor – faktor yang mempengaruhi densitas suatu briket biomasa adalah densitas dari biomasa itu sendiri, tekanan pembriketan, waktu penekanan, temperatur pembriketan dan kelembaban tempat penyimpanan briket tersebut.

Junaedy, dkk (2012) Dijelaskan bahwa briket dengan kerapatan tinggi menunjukkan nilai kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu, karbon terikat, dan nilai kalor yang lebih tinggi dibanding briket dengan kerapatan rendah. Pada penelitian ini pengukuran berat jenis dilakukan pada berat kering udara yang ditentukan menggunakan standar uji ASAE S269.4 DEC 96 dengan rumus:

$$\rho = \frac{m (g)}{v (cm^3)} \dots\dots\dots(2.1)$$

ρ = Densitas

m = Massa (g)

v = (cm³)

2.3.2 Uji Drop Test

Menurut Satmoko (2013) *drop test* dilakukan untuk menguji ketahanan briket dengan benturan pada permukaan keras dan datar ketika dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter. Berat bahan yang hilang atau yang lepas dari briket diukur dengan timbangan digital dengan ketelitian 1/10.000 gram. Kualitas bahan bakar padat pada waktu perlakuan pengujian *drop test* partikel yang hilang tidak lebih dari 4 %. Semakin sedikit partikel yang hilang dari briket pada saat pengujian *drop test*, maka briket semakin bagus. Briket ditimbang dengan menggunakan timbangan untuk mengetahui berapa berat awalnya, kemudian briket dijatuhkan pada ketinggian 1,8 meter yang dimana landasannya harus benar-benar rata dan halus. Setelah dijatuhkan,

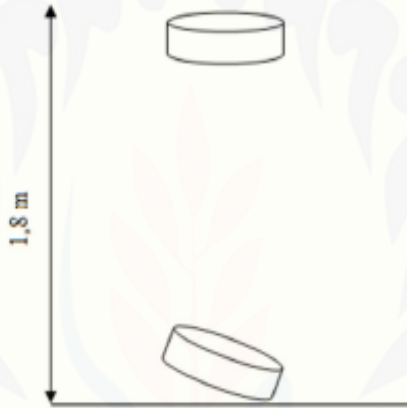
briket kemudian ditimbang ulang untuk mengetahui berat setelah dijatuhkan, kemudian berat awal tadi dikurangi berat setelah briket dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter. Prosedur perhitungan *drop test* briket menggunakan standar ASTM D 440-86 R02 dengan rumus:

$$\text{Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

A : Berat briket sebelum dijatuhkan (gram)

B : Berat briket setelah dijatuhkan (gram)



Gambar 2.5 Uji *Drop Test* (Satmoko. 2013)

2.3.3 Uji Kuat Tekan Aksial

Menurut Budiawan, dkk (2014) Kuat tekan merupakan kemampuan fisik yang dapat mengoptimalkan proses penyimpanan agar tidak mudah hancur ketika dibebani bahan biomassa lainnya. Pada penelitian dapat diketahui pengaruh dari komposisi kulit kopi terhadap kuat tekan briket

Santosa, dkk (2010) menyatakan uji kuat tekan aksial dilakukan dengan menggunakan *force gauge* untuk mengetahui kekuatan briket dalam menahan beban dengan tekanan tertentu. Kuat tekan briket dapat dihitung menggunakan standar SNI 0-3958-1995 dengan rumus:

$$\text{Kuat tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} \dots\dots\dots(2.2)$$

F = Gaya (N)

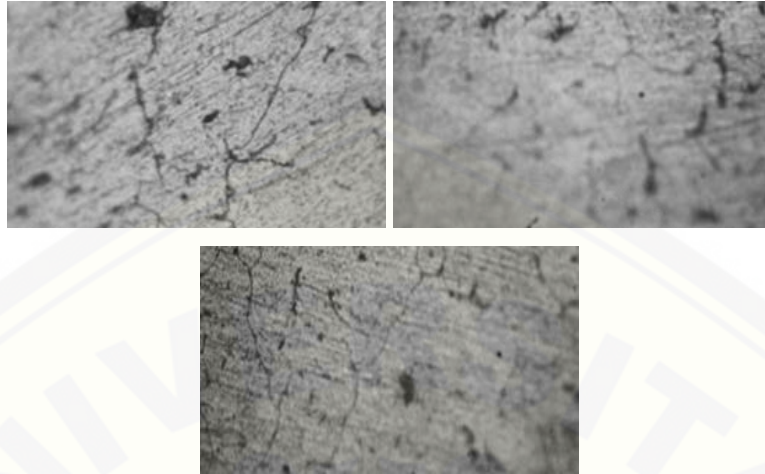
A = Luas Permukaan (cm²)

Pengujian ini menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* (UTM), *Universal Testing Machine* (UTM) adalah alat yang dipergunakan untuk menguji kekuatan satu bahan material, dengan jenis pengujian *statik* yang dapat berupa uji tarik (Tensile Test) , uji kelenturan (Flexure / Bend Test) , uji tekan (Compress Test) maupun pengujian *dinamik* berupa Fatigue Test. Adapun Material yang dapat diuji sangat beragam jenisnya, mulai dari karet , plastic, tekstil, kertas , kayu, bahan makanan / makanan olahan, buah-buahan, kabel, metal, adhesive, composite, asphalt, dan berbagai jenis material lainnya.

2.3.4 Uji Distribusi Rongga dan Arang

Menurut Pratiwi, dkk (2013) Nilai distribusi rongga dan arang, merupakan proses uji mikrostruktur yang bertujuan untuk melihat struktur mikro dari suatu material, karena hal ini sangat mempengaruhi sifat mekanik dari material tersebut. Proses pengetsaan makro berguna untuk melihat cacat-cacat yang terjadi dan juga mengetahui jumlah partikel pada setiap permukaan sebuah spesimen.

Dalam melakukan pengujian nilai distribusi rongga dan arang dapat menggunakan alat mikroskop inverted. Mikroskop Inverted adalah sebuah mikroskop yang digunakan untuk mengamati logam, plastik, keramik serta sampel bahan lainnya. Mereka membantu dalam mengamati struktur permukaan, kelelahan logam, dll



Gambar 2.6 Struktur Mikro Pembesaran 400x (Pratiwi, dkk 2013)

2.4 Penelitian Terdahulu

Perbandingan dengan penelitian lain sebagai berikut:

Menurut Gandhi. B. A (2010) Berdasarkan hasil analisis data penelitian mengenai pengaruh campuran bahan perekat terhadap sifat fisik, sifat kimia dan daya tahan briket arang tongkol jagung, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Campuran komposisi perekat berpengaruh terhadap daya ketahanan briket terutama pada stability tinggi dan ketahanannya terhadap benturan (durability) serta saat diuji *Shatter Index*. Campuran perekat juga menjadi faktor kerapuhan briket dimana saat dilakukan uji shatter index pecahan- pecahan briket berperekat 8 % lebih banyak daripada briket yang berperekat lebih rendah lainnya, ini disebabkan masih banyaknya kandungan air dalam arang briket berperekat 8 % yang masih banyak tertinggal dalam briket.

Tabel 2.3 Densitas Briket Arang Tongkol Jagung

No	Jumlah Perekat (%)	Densitas (gr/mm ³)
1	0	0,63
2	4	0,59
3	6	0,53
4	8	0,62

Sumber: Gandhi. B. A (2010)

Tabel 2.4 Hasil uji analisis varian pengujian densitas

Sumber Variasi	DK	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	4,2	4,2	-2	3,48
Antar Kelompok	3	-0,06	-0,02		
Dalam Kelompok	8	0,08	0,01		
Total	12	4,22			

Sumber: Gandhi. B. A (2010)

Menurut Mulyadi, dkk (2013) perlakuan terbaik pada penelitian kulit buah nipah untuk pembuatan briket bioarang sebagai sumber energi alternatif adalah perlakuan penambahan konsentrasi perekat pati tapioka 20% dan konsentrasi kapur 5% .

Faktor I: Persentase perekat tapioka (P)

- a. P1 = 20% perekat pati tapioka dari berat campuran bahan (b/b)
- b. P2 = 30% perekat pati tapioka dari berat campuran bahan (b/b)
- c. P3 = 40% perekat pati tapioka dari berat campuran bahan (b/b)

Faktor II: Penambahan kapur yaitu:

- a. K1 = 1% kapur dari berat campuran bahan (b/b)
- b. K2 = 3% kapur dari berat campuran bahan (b/b)
- c. K3 = 5% kapur dari berat campuran bahan (b/b)

Tabel 2.5 Nilai Produk dari Setiap Perlakuan

Parameter	Perlakuan								
	P1K1	P1K2	P1K3	P2K1	P2K2	P2K3	P3K1	P3K2	P3K3
Ketahanan Tekan (N/kg ³)	166,5	112,8	157,6	257,4	207,4	174,3	219,1	241	168,5

Sumber: Mulyadi, dkk (2013)

Menurut Wilasita, dkk Pada briket jenis non-karbonisasi yaitu briket dengan ratio 100 % tongkol jagung dengan perekat sagu yang memiliki nilai heating value tertinggi yaitu 6883,18 Kcal/gr, nilai kadar air terendah yaitu 5,1 %, nilai *volatile solids* tertinggi yaitu 88,80 %, nilai kadar abu terendah yaitu 6,10 %, nilai kuat tekan yaitu 0,952 kg/cm².

Sedangkan untuk briket jenis karbonisasi yaitu briket dengan ratio 100 % tongkol jagung, nilai heating value tertinggi yaitu 4112,88 Kcal/gr dengan perekat sagu, nilai kadar air terendah yaitu 7,1 % dengan perekat kanji, nilai *volatile solids* tertinggi yaitu 77,40 % dengan perekat sagu, nilai kadar abu yaitu 15,50 % dengan perekat kanji, nilai kuat tekan yaitu 0,611 kg/cm². Dilihat dari hasil analisa, maka briket yang terbaik adalah briket dengan proses non-karbonisasi

Tabel 2.6 Nilai Kuat Tekan

Ratio Bahan	Non-Karbonisasi		Karbonisasi	
	Kanji (kg/cm ²)	Sagu (kg/cm ²)	Kanji (kg/cm ²)	Sagu (kg/cm ²)
100%	0,223	0,952	0,611	0,322

Sumber: Wilasita, dkk

Menurut Arni, dkk (2014) Hasil penelitian yang diperoleh dari pembuatan briket bioarang campuran arang tempurung 50% dan sampah organik 50%, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: hasil analisis diperoleh nilai rata-rata kadar air briket bioarang bentuk silinder lebih rendah 2% daripada briket bioarang bentuk kotak. Hasil

analisis sifat fisik briket bioarang diperoleh nilai rata-rata kuat tekan 16,2 N/m² dan kerapatan 0,50 gr/cm³ untuk bentuk silinder sedangkan untuk briket bioarang bentuk kotak 21,65 N/m² dan 0,40 gr/cm³

Tabel 2.7 Data Nilai Kuat Tekan

Sampel	Kuat Tekan (N/m ²)	
	Bentuk Silinder	Bentuk Kotak
1	8,57	14,47
2	8,75	25
3	31,28	25,47
Rata-rata	16,2	21,65

Sumber: Arni, dkk (2014)

Tabel 2.8 Data Nilai Densitas

Sampel	Kerapatan (kg/cm ³)	
	Bentuk Silinder	Bentuk Kotak
1	0,5	0,47
2	0,5	0,5

Sumber: Arni, dkk (2014)

Menurut Putra, dkk (2013) bahan baku yang digunakan adalah bambu, dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa briket bambu dengan variasi perekat, bila dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000 tentang briket arang, maka seluruh parameter telah memenuhi kecuali *volatile metter* dan karbon terikat. Namun kedua parameter tersebut telah memenuhi standar kualitas briket jepang dan USA.

Penelitian pembuatan briket biomassa dengan bahan baku batang jagung dengan variasi perekat tepung tapioka telah dilaksanakan oleh Saleh, A. (2013). Dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan pengaruh konsentrasi perekat tepung tapioka yang nyata terhadap nilai kalor pembakaran yang

dihasilkan pada biobriket batang jagung. Konsentrasi perekat yang menghasilkan nilai kalor yang optimum yaitu 10% dengan nilai kalor 4100,3496 kalori.

Penelitian pembuatan briket biomassa dengan bahan baku batang jagung dengan variasi perekat tepung tapioka dan sagu telah dilaksanakan oleh Lestari, dkk (2010). Dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa briket arang tongkol jagung dapat dibuat dengan perbandingan massa arang dan bahan perekat 9:1, 8:2, 7:3. Semakin besar persentase bahan perekat, maka semakin tinggi pula kadar air dan kadar abunya, hal ini dikarenakan perbedaan kandungan air bawaan dari kedua jenis perekat, tepung sagu memiliki komposisi air yang lebih besar yaitu 14,1% dibandingkan tepung kanji yang hanya berkisar 9,84. Briket arang tongkol jagung dengan perekat kanji 10% mempunyai nilai kalor tertinggi, yaitu 5484,54 kkal/kg dan mengandung sulfur 1,14% sehingga tidak menimbulkan polusi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menganalisis karakteristik mekanik briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi perekat pada briket.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, dan tempat pengujian dilaksanakan di Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Rumah Sakit Gigi dan Mulut, Universitas Jember dan Laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Waktu penelitian berlangsung selama 4 bulan yaitu dimulai dari bulan Maret 2015 sampai dengan bulan Agustus 2015.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan :

- 1) Tungku pirolisis: digunakan untuk proses pengarangan.
- 2) *Thermoreader*: untuk mengukur suhu pembriketan.
- 3) *70 Mesh*: digunakan untuk menyaring arang yang telah digerus.
- 4) Cawan: untuk menampung dan mengaduk adonan briket.
- 5) Timbangan digital: digunakan untuk menimbang adonan briket.
- 6) Dongkrak hidrolik: digunakan untuk mengepres briket .
- 7) Cetakan briket: digunakan untuk mencetak briket.
- 8) *Stopwatch*: untuk mengukur waktu pembriketan.

3.3.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan briket adalah:

- 1) Limbah serbuk gergaji kayu sengon.
- 2) Tepung tapioka.
- 3) Tepung sagu.
- 4) Tepung beras.
- 5) Air.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel bebas yang digunakan adalah komposisi perekat 20%, arang 70%, dan tekanan pengepresan 150 kg/cm². Komposisi perekat yang digunakan dalam pembuatan briket menggunakan tiga variasi yaitu:

- 1) Briket A adalah briket dengan komposisi perekat tepung tapioka 20% + arang 70% + 10% air
- 2) Briket B adalah briket dengan komposisi perekat tepung sagu 20% + arang 70% + 10% air
- 3) Briket C adalah briket dengan komposisi perekat tepung beras 20% + arang 70% + 10% air

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan sepenuhnya oleh peneliti, tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Penelitian ini mempunyai variabel terikat yang meliputi data – data yang diperoleh pada pengujian briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan menganalisa data – datanya meliputi:

- 1) Pengujian densitas/kerapatan
- 2) Pengujian *dop test*

- 3) Pengujian kuat tekan aksial
- 4) Pengujian nilai distribusi rongga dan arang

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon

- 1) Masukkan bahan kedalam tungku pirolisis kemudian atur suhu pembakaran menjadi 400°C
- 2) Semua bahan didalam tungku pirolisis akan terbakar menjadi arang, ditandai dengan terlihat asap putih yang keluar dari tungku pirolisis.
- 3) Bahan dalam pirolisis akan menyusut seiring dengan terjadinya pengurangan di bagian bawah.
- 4) Ketika semua bahan telah menjadi arang, segera didinginkan

3.5.2 Pembuatan Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon

- 1) Serbuk gergajian kayu diubah menjadi arang yang diperoleh dari proses karbonisasi menggunakan tungku pirolisis
- 2) Arang yang diperoleh kemudian dihancurkan dengan menggunakan lumpang
- 3) Arang disaring dengan saringan yang berukuran 70 *mesh*.
- 4) Perekat yang digunakan berupa tepung tapioka, sagu, dan beras.
- 5) Banyaknya campuran perekat adalah 20%
- 6) Tambahkan air sebanyak 1 ml sehingga menjadi larutan semi solid.
- 7) Untuk setiap adonan dimasukkan kedalam alat cetakan berbentuk silinder
- 8) Selanjutnya lakukan pengpresan menggunakan alat pres hidrolik dengan tekanan 150 kg/cm²
- 9) Briket yang dihasilkan kemudian dikeringkan.

3.5.3 Pengujian Karakteristik Mekanik

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

a. Densitas

Pengujian densitas spesimen ada 2 macam yaitu; densitas awal setelah keluar dari cetakan (*initial density*) dan densitas setelah mengalami relaksasi selama 1 minggu (*relaxed density*). Pengujian dilakukan menggunakan metode pengukuran langsung dengan alat jangka sorong (*caliper*). Prosedur pengujiannya yaitu :

- 1) Mengukur jari-jari, panjang, dan volume spesimen.
- 2) Menimbang spesimen kemudian catat hasilnya untuk mengetahui berrnya
- 3) Menghitung densitas dengan membagi masa spesimen dengan volumenya.
- 4) Pengujian dilakukan paling sedikit 5 spesimen kemudian dirata rata.

b. Drop test

Prosedur pengujian:

- 1) Briket yang diuji diukur dan ditimbang terlebih dahulu.
- 2) Ukur jarak pengujian *drop test* menggunakan penggaris
- 3) Lakukan pengujian dengan cara menjatuhkan briket dengan ketinggian 180 cm
- 4) Setelah pengujian selesai, briket diukur dan ditimbang kembali.

c. Kuat Tekan Aksial

Prosedur Pengujian:

- 1) Meletakkan sampel uji sedemikian rupa pada landasan uji alat *Universal Testing Machine*.
- 2) Reset alat hingga menjadi 0 untuk pembaca bebannya
- 3) Menurunkan pembebanan secara vertikal dengan kecepatan yang diatur oleh operator melalui kontroler hingga briket pecah karena penekanan.

- 4) Mencatat nilai gaya tekan yang ditunjukkan oleh jarum pada skala ukur yang terdapat pada alat uji.
- 5) Menaikkan penekan ke posisi semula dan membersihkan landasan uji kuat tekan untuk uji selanjutnya.

d. Nilai Distribusi Rongga dan Arang

Prosedur penelitian:

- 1) Sediakan alat microscop inverted dengan perbesaran minimal 100x
- 2) Siapkan briket sebelum melakukan pengujian
- 3) Letakkan spesimen dipenampang mikroskop yang sudah disediakan
- 4) Seting lensa mikroskop supaya tepat mengenai permukaan spesimen sehingga dapat dilihat rongga dan arangnya.
- 5) Seting lensa mikroskop kedalam perbesaran 200x untuk dapat melihat distribusi rongga dan arang pada spesimen
- 6) Kemudian setelah sudah terlihat, foto penampakan permukaan spesimen briket tersebut menggunakan kamera pada mikroskop.
- 7) Berdasarkan hasil foto diatas terlihat bahwa distribusi rongga dan arang pada permukaan spesimen briket tersebut.

3.6 Metode Pengujian

3.6.1 Eksperimen 1 Faktorial

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Rancangan percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) metode Sidik Ragam ulangan yang sama dimana peletakan perlakuan diacak pada seluruh materi percobaan, hal ini berarti seluruh unit percobaan mempunyai peluang yang sama besar untuk menerima perlakuan. Materi percobaan dan faktor lingkungan relatif homogen sehingga keragaman galat kecil perlakuan yang merupakan sumber keragaman yang kita

ciptakan adalah satu – satunya sumber keragaman yang masuk dalam percobaan atau hanya ada satu faktor pengaruh yang diteliti.

Bentuk umum Rancangan Acak Lengkap (RAL) model Linier Aditif dari data hasil percobaan Y_{ij} dapat dinyatakan dengan model matematis sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{dengan}$$

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, a \\ j &= 1, 2, \dots, r \\ \varepsilon_{ij} &\overset{iid}{\sim} N(0, \sigma^2) \end{aligned}$$

Di mana :

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

μ = nilai rata-rata umum

τ_i = pengaruh faktor perlakuan ke-i

ε_{ij} = pengaruh acak pada perlakuan ke-i ulangan ke- j

Model matematik tersebut memperlihatkan bahwa data Y_{ij} merupakan nilai – nilai rata-rata (μ) yang bervariasi sebagai akibat adanya pengaruh perlakuan (τ_i) dan galat (ε_{ij}) akibat adanya ulangan.

➤ Asumsi untuk model acak ialah :

$$\tau_i \overset{iid}{\sim} N(0, \sigma_\tau^2)$$

Model acak merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan merupakan sampel acak dari populasi perlakuan dan kesimpulan yang diperoleh berlaku secara umum untuk seluruh populasi perlakuan.

a. Uji Hipotesis

Hipotesis adalah suatu pernyataan yang masih lemah kebenarannya dan perlu dibuktikan atau dugaan yang sifatnya masih sementara. Pengujian hipotesis akan menghasilkan keputusan menerima atau menolak hipotesis. Penolakan suatu hipotesis bukan berarti disimpulkan bahwa hipotesis salah, dimana bukti yang tidak konsisten dengan hipotesis. Penerimaan hipotesis sebagai akibat tidak cukupnya bukti untuk menolak dan tidak berimplikasi bahwa hipotesis itu pasti benar. Pada penelitian

ini ditetapkan nilai taraf signifikansi α sebesar 5% atau 0,05 dengan artian ada kemungkinan satu diantara seratus keputusan penolakan hipotesis nol adalah keputusan yang keliru.

Model acak untuk membuktikan Hipotesis $H_0 \tau_i = 0$ dan $H_1 \tau_i > 0$ maka :

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y_{ij}) &= \text{Var}(\mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}) \\ &= \text{Var}(\tau_i + \varepsilon_{ij}), \quad \mu \text{ konstanta} \\ &= \text{Var}(\tau_i) + \text{Var}(\varepsilon_{ij}), \quad \tau_i \text{ dan } \varepsilon_{ij} \text{ saling bebas} \\ &= \sigma_\tau^2 + \sigma^2 \end{aligned}$$

$H_0 : \sigma_\tau^2 = 0$ (Keragaman perlakuan tidak berpengaruh terhadap respons yang diamati (kekuatan mekanik briket)

$H_1 : \sigma_\tau^2 > 0$ (Keragaman perlakuan berpengaruh terhadap respons yang diamati (kekuatan mekanik briket)

Uji F dilakukan untuk membandingkan besaran pengaruh perlakuan (KTP) atau pengaruh kontrol lokal (pengelompokan) dengan efek kondisi (galat) (KTG).
Kriteria keputusan : H_0 ditolak jika $F_{hit} > F_{\alpha}(a-1, a(r-1))$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

1. Jika $F_{hit} < F_{tabel} 5\%$, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan fraksi tekanan tidak berpengaruh terhadap kekuatan mekanik dan kekuatan fisik briket atau dengan kata lain Terima H_0 dan Tolak H_1
2. Jika $F_{hit} > F_{tabel} 5\%$, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan fraksi tekanan berpengaruh terhadap kekuatan mekanik dan kekuatan fisik briket atau dengan kata lain Tolak H_0 dan Terima H_1

b. Metode Rancangan Acak Lengkap

Pada Rancangan acak lengkap ada dua sumber keragaman yaitu sumber keragaman perlakuan dan sumber keragaman galat . Besar nilai kedua komponen sumber keragaman inilah yang menentukan perbedaan antar perlakuan. Dalam penelitian ini menggunakan Metode Rancangan acak lengkap sama yaitu bila jumlah

perlakuan sama (p) dan setiap perlakuan diulang (n) kali level maka, dapat dibuat tabel hasil pengamatan dengan pola Acak yang disajikan dalam tabel 3.2 yaitu tabel Anova sebagai berikut:

Tabel 3.3 Tabel Anova

Sumber keragaman (SK)	Derajat bebas (DB)	Jumlah kwadrat (JK)	Kwadrat tengah (KT)	F hitung	Sig
Perlakuan	A - 1	$\frac{\sum (\sum y_j)^2}{r} - FK$	JKP / DBP	KTP/KTG	
Galat	A (r-1)	JKT - JKP	JKG/DBG		
Total	(A.r - 1)	$\sum (\sum_{ijk})^2 - FK$			

Dimana :

- A. Perlakuan faktor A = A
- B. Jumlah ulangan = r
- C. Derajat bebas perlakuan (DBP) = A - 1
- D. Derajat bebas faktor A (DBA) = A - 1
- E. Derajat bebas galat (DBG) = A (r - 1)
- F. Derajat bebas total (DBT) = (Ar - 1)
- G. Jumlah kwadrat galat (JKG) = JKT - JKP
- H. Kwadrat tengah perlakuan (KTP) = JKP / DBP
- I. Kwadrat tengah faktor A (KTA) = JKP / DBA
- J. Kwadrat tengah galat (KTG) = JKG / DBG
- K. Jumlah kwadrat total (JKT) = $\sum (\sum_{ijk})^2 - FK$
- L. Jumlah kwadrat perlakuan (JKP) = $\frac{\sum (\sum y_j)^2}{r} - FK$
- M. Jumlah kwadrat faktor A (JKA) = $\frac{\sum (\sum y_i)^2}{r} - FK$

$$N. \text{ Faktor koreksi (FK)} = \frac{(\sum y_j)^2}{A \times r}$$

3.7 Hipotesa

Tepung tapioka, beras dan sagu memiliki kandungan air, amilosa dan amilopektin yang berbeda, semakin sedikit kandungan air dan semakin banyak kandungan amilosa dan amilopektin didalam tepung maka akan memberikan daya rekat dan lengket yang kuat bagi briket, sehingga briket tidak mudah rusak ketika tertekan dan terjatuh.

3.8 Analisis Data

Pengambilan data pengujian densitas, pengujian mikro, pengujian kuat tekan aksial, pengujian *drop test* briket serbuk gergaji kayu sengon seperti ditunjukkan pada Tabel 3.4, Tabel 3.5, Tabel 3.6, Tabel 3.7.

Tabel 3.4 Pengujian Densitas

DENSITAS/KERAPATAN					
Percobaan	Variasi Tepung	Massa (g)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)
1	Briket A				
2					
3					
4					
5					
Sub total					
Rata-rata					
1	Briket B				
2					
3					
4					
5					

Sub total					
Rata-rata					
1	Briket C				
2					
3					
4					
5					
Sub total					
Rata-rata					

Tabel 3.5 Pengujian Drop Test

DROP TEST				
Percobaan	Variasi Tepung	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	% Loss
1	Briket A Tepung Tapioka			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Sub total				
Rata-rata				
1	Briket B Tepung			
2	Beras			

3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
Sub total			
Rata-rata			
1	Briket C Tepung Sagu		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
Sub total			
Rata-rata			

Tabel 3.6 Pengujian Kuat Tekan Aksial

KEKUATAN TEKAN AKSIAL					
Percobaan	Variasi Tepung	Beban (N)	Luas Permukaan (Cm ²)	Kekuatan Tekan (N/ Cm ²)	Kekuatan Tekan (N/m ²)
1	Briket A Tepung Tapioka				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
Sub Jumlah					
Rata-rata					
1	Briket B Tepung Beras				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

13				
14				
15				
Sub Jumlah				
Rata-rata				
1	Briket C Tepung Sagu			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Sub Jumlah				
Rata-rata				

Tabel 3.7 Distribusi Rongga dan Arang

Distribusi Rongga dan Arang (%)			
Percobaan	Variasi Tepung	Rongga/Hitam	Arang/Putih
1	Briket A Tapioka		
2			
3			
4			
5			
Sub total			
Rata-rata			
1	Briket B Beras		
2			
3			
4			
5			
Sub total			
Rata-rata			
1	Briket C Sagu		
2			
3			
4			
5			
Sub total			
Rata-rata			

3.9 Skema Pengujian



3.10 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 3.8 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Bulan															
		Juli				Agustus				September				Oktober			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur																
2	Penyusunan Proposal																
3	Persiapan Alat dan Bahan																
4	Seminar Proposal																
5	Pelaksanaan Penelitian																
6	Pengolahan dan Analisis Data																
7	Seminar Hasil																
8	Sidang																

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Percobaan

Setelah melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi tekanan pada briket serbuk gergaji kayu sengon dilakukan pengujian densitas, *drop test*, kuat tekan aksial, dan distribusi partikel pada briket. Untuk mencari hubungan antara variabel bebas dengan variabel terkontrol digunakan analisis varian (ANOVA) tiga jalur untuk eksperimen factorial. Sedangkan untuk mempermudah dan memperoleh keakuratan analisis serta pengolahan data dibantu dengan *software* SPSS 16.

4.1.1 Hasil Pengujian Densitas

Nilai densitas dihitung dari massa briket dibagi volume, Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 hasil pengujian densitas.

Tabel 4.1 hasil pengujian densitas.

DENSITAS/KERAPATAN					
Percobaan	Variasi Tepung	Massa (g)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)
1	Briket A	9,86	2,9	20,48	0,48
2		9,6	3,2	22,6	0,42
3		9,92	2,8	19,78	0,50
4		9,58	2,6	18,36	0,52
5		9,9	2,8	19,78	0,50
Sub total		48,86	14,3	101	2,43
Rata-rata		9,772	2,86	20,2	0,48
1	Briket B	9,14	2,8	19,78	0,46
2		9,14	2,9	20,48	0,44
3		9,38	3	21,19	0,44
4		9,44	3	21,19	0,44
5		9,28	2,8	19,78	0,46

Sub total		46,38	14,5	102,42	2,26
Rata-rata		9,276	2,9	20,484	0,45
1	Briket C	9,2	3,3	23,31	0,39
2		9,6	2,9	20,48	0,46
3		9,24	3	21,19	0,43
4		9,64	3,2	22,6	0,42
5		9,34	3	21,19	0,44
Sub total		47,02	15,4	108,77	2,16
Rata-rata		9,404	3,08	21,754	0,43

Tabel 4.2 Hasil pengujian densitas yang terbaik dan terburuk.

Jenis Briket	Hasil Pengujian Densitas (g/cm ³)	
	Terbaik	Terburuk
Tapioka	0,52	0,42
Beras	0,46	0,44
Sagu	0,46	0,42

Sebagai contoh pengujian densitas maka diketahui:

Massa = 9,86 gram

Phi = 3,14

Jari-jari = 1,5

Tinggi = 2,9

Volume = 20,48

$$\rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,86}{20,48} = 0,48 \text{ gr/cm}^3$$

Tabel 4.3 Penyajian Data hasil perhitungan pengujian Densitas untuk desain

Rancangan Acak Lengkap satu faktor

Faktor A	Ulangan (n)	Densitas (g/cm ³)
Tapioka	1	0.48
	2	0.42

	3	0.50
	4	0.52
	5	0.50
Sub Total		2,43
Beras	1	0.45
	2	0.44
	3	0.44
	4	0.44
	5	0.46
Sub Total		2.26
Sagu	1	0.39
	2	0.46
	3	0.43
	4	0.42
	5	0.44
Sub Total		2.16
Total		6.36

4.1.2 Hasil Pengujian *Drop Test*

Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.4. Briket ditimbang dengan menggunakan timbangan untuk mengetahui berapa berat awalnya, kemudian briket dijatuhkan pada ketinggian 180cm yang dimana landasannya harus benar-benar rata dan halus. Setelah dijatuhkan, briket kemudian ditimbang ulang untuk mengetahui berat setelah dijatuhkan, kemudian berat awal tadi dikurangi berat setelah briket dijatuhkan dari ketinggian 180 cm (Widayat, dalam Satmoko, A, E, M. 2013).

Prosedur perhitungan *drop test* briket menggunakan standar ASTM D 440-86 R02 dengan rumus :

$$\text{Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Drop Test*

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Drop Test*







DROP TEST				
Percobaan	Variasi Tepung	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	% Loss
1	Briket A Tepung Tapioka	9,86	9,82	0,40
2		9,62	9,43	1,97
3		9,66	9,4	2,69
4		9,71	9,43	2,88
5		9,89	9,68	2,12
6		9,78	9,5	2,86
7		9,67	9,5	1,75
8		9,88	9,67	2,12
9		9,56	9,43	1,35
10		9,76	9,68	0,81
11		9,61	9,5	1,14
12		9,47	9,23	2,53
13		9,57	9,49	0,83
14		9,98	9,78	2
15		9,68	9,46	2,27
Sub total		48,31	47,46	27,79
Rata-rata		9,662	9,492	1,85
1	Briket B Tepung Beras	9,92	9,66	2,62
2		9,7	9,58	1,23
3		9,64	9,6	0,41
4		9,51	9,39	1,26
5		9,56	9,29	2,82
6		9,69	9,46	2,37
7		9,74	9,5	2,46
8		9,69	9,41	2,88
9		9,73	9,58	1,54
10		9,59	9,36	2,39
11		9,61	9,5	1,14

12		9,85	9,69	1,62
13		9,57	9,39	1,88
14		9,79	9,57	2,24
15		9,75	9,54	2,15
Sub total		48,57	47,69	29,07
Rata-rata		9,714	9,538	1,93
1	Briket C Tepung Sagu	9,94	5,74	42,25
2		9,67	3,94	59,25
3		9,32	4,89	47,53
4		9,71	4,51	53,55
5		9,89	4,57	53,79
6		9,78	5,47	44,06
7		9,59	4,11	57,14
8		9,47	4,79	49,41
9		9,56	4,51	52,82
10		9,76	4,14	57,58
11		9,61	3,89	59,52
12		9,47	5,95	37,17
13		9,57	5,22	45,45
14		9,78	5,73	41,41
15		9,68	4,39	54,64
Sub total		48,11	25,18	755,62
Rata-rata		9,622	5,036	50,37

Tabel 4.5 Hasil pengujian drop test yang terbaik dan terburuk.

Jenis Briket	Hasil Pengujian Drop Test (%)	
	Terbaik	Terburuk
Tapioka	0,40	2,88
Beras	0,41	2,88
Sagu	41,41	59,52

Tabel 4.6 Penampakan hasil pengujian drop test

Briket	Hasil Pengujian Drop Test	
	Terbaik	Terburuk
Briket Tapioka		
Briket Beras		
Briket Sagu		

Sebagai contoh perhitungan nilai drop test yaitu pada briket A dengan data yang diketahui sebagai berikut :

A= Berat Awal = 9,86 gram

B= Berat Akhir = 9,82 gram

$$\text{Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,86 - 9,82)}{9,86} \times 100 \% = 0,40 \%$$

Tabel 4.7 Penyajian Data hasil perhitungan pengujian *Drop Test* untuk desain Rancangan Acak Lengkap satu faktor

Faktor A	Ulangan (n)	Drop Test (%)
Tapioka	1	0.40
	2	1.97
	3	2.69
	4	2.88
	5	2.12
	6	2.86
	7	1.75
	8	2.12
	9	1.35
	10	0.81
	11	1.14
	12	2.53
	13	0.83
	14	2
	15	2.27
Sub Total		27.79
Beras	1	2.62
	2	1.23
	3	0.41
	4	1.26
	5	2.82
	6	2.37
	7	2.46
	8	2.88
	9	1.54
	10	2.39
	11	1.14
	12	1.62
	13	1.88

	14	2.24
	15	2.15
Sub Total		29.07
Sagu	1	42.25
	2	59.25
	3	47.53
	4	53.55
	5	53.79
	6	44.06
	7	57.14
	8	49.41
	9	52.82
	10	57.58
	11	59.52
	12	37.17
	13	45.45
	14	41.41
	15	54.64
Sub Total		755.62
Total		107.24

4.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial

Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 Kuat tekan briket dapat dihitung menggunakan standar SNI 0-3958-1995 dengan rumus:

$$\text{Kuat tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Tabel 4.8 hasil pengujian kuat tekan aksial

KEKUATAN TEKAN AKSIAL					
Percobaan	Variasi Tepung	Gaya (N)	Luas Permukaan (Cm²)	Kekuatan Tekan (N/ Cm²)	Kekuatan Tekan (N/m²)
1	Briket A Tepung Tapioka	0,09	7,065	0,00127	12,7
2		0,1	7,065	0,00142	14,2
3		0,1	7,065	0,00142	14,2
4		0,12	7,065	0,00170	17
5		0,09	7,065	0,00127	12,7
6		0,1	7,065	0,00142	14,2
7		0,11	7,065	0,00156	15,6
8		0,12	7,065	0,00170	17
9		0,1	7,065	0,00142	14,2
10		0,09	7,065	0,00127	12,7
11		0,08	7,065	0,00113	11,3
12		0,13	7,065	0,00184	18,4
13		0,11	7,065	0,00156	15,6
14		0,12	7,065	0,00170	17
15		0,1	7,065	0,00142	14,2
Sub Jumlah		1,56	35,325	0,02208	221,00000
Rata-rata		0,104	7,065	0,00147	14,73333
1	Briket B Tepung Beras	0,18	7,065	0,00255	25,5
2		0,09	7,065	0,00127	12,7
3		0,14	7,065	0,00198	19,8
4		0,19	7,065	0,00269	26,9
5		0,24	7,065	0,00340	34
6		0,23	7,065	0,00326	32,6
7		0,15	7,065	0,00212	21,2
8		0,18	7,065	0,00255	25,5
9		0,2	7,065	0,00283	28,3
10		0,22	7,065	0,00311	31,1
11		0,2	7,065	0,00283	28,3
12		0,21	7,065	0,00297	29,7

13		0,19	7,065	0,00269	26,9
14		0,16	7,065	0,00226	22,6
15		0,17	7,065	0,00241	24,1
Sub Jumlah		2,75	35,325	0,03892	389,20000
Rata-rata		0,1833	7,065	0,00259	25,94667
1	Briket C Tepung Sagu	0,02	7,065	0,00028	2,8
2		0,02	7,065	0,00028	2,8
3		0,02	7,065	0,00028	2,8
4		0,02	7,065	0,00028	2,8
5		0,02	7,065	0,00028	2,8
6		0,02	7,065	0,00028	2,8
7		0,02	7,065	0,00028	2,8
8		0,02	7,065	0,00028	2,8
9		0,02	7,065	0,00028	2,8
10		0,02	7,065	0,00028	2,8
11		0,02	7,065	0,00028	2,8
12		0,02	7,065	0,00028	2,8
13		0,02	7,065	0,00028	2,8
14		0,02	7,065	0,00028	2,8
15		0,02	7,065	0,00028	2,8
Sub Jumlah		0,3	35,325	0,00425	42,00000
Rata-rata		0,02	7,065	0,00028	2,80000

Tabel 4.9 Hasil pengujian kuat tekan aksial yang terbaik dan terburuk.

Jenis Briket	Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial N/m ²	
	Terbaik	Terburuk
Tapioka	18,4	11,3
Beras	34	12,7
Sagu	2,8	2,8

Sebagai contoh perhitungan kuat tekan aksial pada briket A diperoleh data sebagai berikut:

$$\text{Beban} = 0,009 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan} &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \cdot (1,5^2) \\ &= 7,065 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$(\text{N/cm}^2) = \frac{F (\text{N})}{A (\text{cm}^2)} = \frac{0,09}{7,065} = 0,00127 \text{ N/cm}^2 = 12,7 \text{ N/m}^2$$

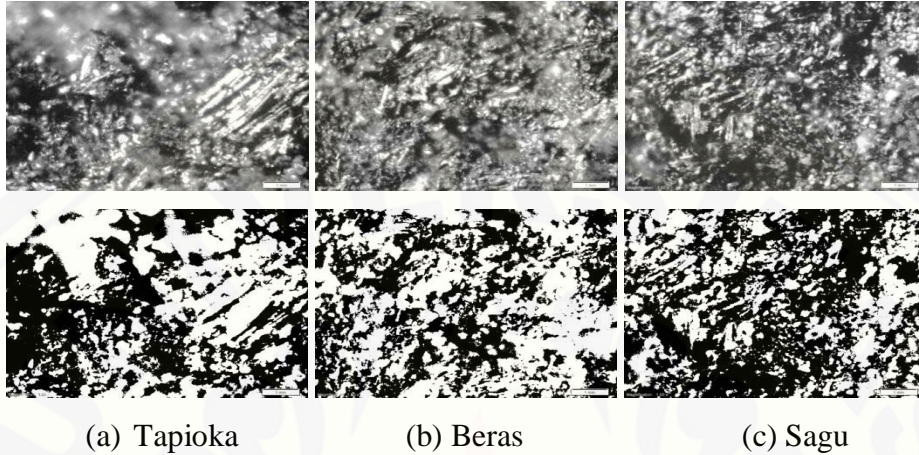
Tabel 4.10 Penyajian Data hasil perhitungan pengujian Kuat Tekan Aksial untuk desain Rancangan Acak Lengkap satu faktor

Faktor A	Ulangan (n)	Kuat Tekan Aksial N/m ²
Tapioka	1	12,7
	2	14,2
	3	14,2
	4	17
	5	12,7
	6	14,2
	7	15,6
	8	17
	9	14,2
	10	12,7
	11	11,3
	12	18,4
	13	15,6
	14	17
	15	14,2
Sub Total		221,00
Beras	1	25,5
	2	12,7

	3	19,8
	4	26,9
	5	34
	6	32,6
	7	21,2
	8	25,5
	9	28,3
	10	31,1
	11	28,3
	12	29,7
	13	26,9
	14	22,6
	15	24,1
	Sub Total	389,2
Sagu	1	2,8
	2	2,8
	3	2,8
	4	2,8
	5	2,8
	6	2,8
	7	2,8
	8	2,8
	9	2,8
	10	2,8
	11	2,8
	12	2,8
	13	2,8
	14	2,8
	15	2,8
	Sub Total	4,5
	Total	614,7

4.1.4 Hasil Pengujian Distribusi Rongga dan Arang

Hasil pengujian dapat dilihat dari besar kecilnya ukuran partikel pada permukaan briket dengan menggunakan mikroskop inverted perbesaran 200x.



(a) Tapioka

(b) Beras

(c) Sagu

Gambar 4.1 Foto Briket Perbesaran 200x

Hasil dari distribusi partikel permukaan briket arang serbuk gergaji kayu sengon dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11 Nilai distribusi partikel tiap permukaan briket

Distribusi Rongga dan Arang (%)			
Percobaan	Variasi Tepung	Rongga/Hitam	Arang/Putih
1	Briket A Tapioka	51,1	48,9
2		63,6	36,4
3		62,9	37,1
4		62,9	37,1
5		51,6	48,4
Sub total		292,1	207,9
Rata-rata		58,42	41,58
1	Briket B Beras	58,1	41,9
2		51,5	48,5
3		69,7	30,3
4		45	55

5		66,3	33,7
Sub total		290,6	209,4
Rata-rata		58,12	41,88
1	Briket C Sagu	72,5	27,5
2		53,3	46,7
3		54,7	45,3
4		60,6	39,4
5		58	42
Sub total		299,1	200,9
Rata-rata		59,82	40,18

Tabel 4.12 Hasil pengujian distribusi rongga dan arang yang terbaik dan terburuk.

Jenis Briket	Distribusi Rongga dan Arang (%)			
	Terbaik		Terburuk	
	Rongga	Arang	Rongga	Arang
Tapioka	51,1	48,9	63,6	36,4
Beras	45	55	69,7	30,3
Sagu	53,3	46,7	72,5	27,2

4.1.5 Hasil Pengujian Karakteristik Thermal Briket Arang

Tabel 4.13 Hasil pengujian karakteristik thermal briket arang

No	Sample		
	Nilai Kalor (kal/g)	Kadar Abu (%)	Kadar Air (%)
1	6435,35	24	11,29
2	6435,75	20	10,63
3	6484,72	12	10,97
4	6483,62	6	10,78
5	6531,98	8	9,91
6	6532,08	10	9,70
7	6580,35	6	10,42
8	6628,31	4	10,21
9	6628,61	4	9,67
Rata rata	6483,91	10,4	10,39

4.2 Analisis Statistik

Data pengujian densitas yang diperoleh sebagaimana yang tercantum pada Tabel 4.1, data pengujian drop test yang tercantum pada Tabel 4.4, data pengujian kuat tekan aksial yang tercantum pada Tabel 4.8, data pengujian distribusi rongga dan arang 4.11 kemudian dianalisis dengan ANOVA untuk eksperimen factorial. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software SPSS 16.

4.2.1 Pengujian Hipotesis pada Densitas/Kerapatan Briket

Pengujian pengaruh variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap densitas briket dengan menggunakan *One-Way ANOVA*. Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) maka hipotesis dapat diasumsikan sebagai berikut:

Ho : Tidak terdapat pengaruh perekat terhadap densitas briket

H1 : Terdapat pengaruh perekat terhadap densitas briket.

Jika taraf signifikan $> \alpha$, maka Ho diterima, H1 ditolak

Jika taraf signifikan $< \alpha$, maka Ho ditolak, H1 diterima

Tabel 4.14 Pengaruh perekat terhadap densitas/kerapatan briket

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

SK	JK	DB	KT	F-hit	Sig.	Keterangan
Densitas	.008	2	.004	5.322	.022	Signifikan
Error	.009	12	.001			
Corrected Total	.017	14				

Berdasarkan Tabel 4.14, pada *source* perekat, dengan nilai $\alpha = 0.05$ dapat dilihat bahwa nilai Sig pada perekat lebih kecil dari pada nilai α ($0.022 < 0.05$). H1 diterima dan Ho ditolak, H1 diterima menunjukkan ada pengaruh dari variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap densitas/kerapatan briket.

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan densitas rata-rata pada briket dengan perekat tapioka sebesar $0,48 \text{ g/cm}^3$ briket dengan perekat beras sebesar $0,45 \text{ g/cm}^3$ dan briket dengan perekat sagu sebesar $0,43 \text{ g/cm}^3$.

4.2.2 Pengujian Hipotesis pada *Drop Test* Briket

Pengujian pengaruh variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap drop test briket dengan menggunakan *One-Way ANOVA*. Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) maka hipotesis dapat diasumsikan sebagai berikut:

Ho : Tidak terdapat pengaruh perekat terhadap drop test briket

H1 : Terdapat pengaruh perekat terhadap drop test briket.

Jika taraf signifikan $> \alpha$, maka Ho diterima, H1 ditolak

Jika taraf signifikan $< \alpha$, maka Ho ditolak, H1 diterima

Tabel 4.15 pengaruh perekat terhadap drop test briket

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

SK	JK	DB	KT	F-hit	Sig.	Keterangan
Drop Test	23503.483	2	11751.741	689.709	.000	Signifikan
Error	715.626	42	17.039			
Corrected Total	24219.108	44				

Berdasarkan Tabel 4.15 diatas, pada *source* perekat, dengan nilai $\alpha = 0.05$ dapat dilihat bahwa nilai Sig pada perekat lebih kecil dari pada nilai α ($0.000 < 0.05$). Ho ditolak dan H1 diterima. H1 diterima menunjukkan ada pengaruh dari variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap drop test briket. Berdasarkan tabel 4.4 dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan drop test rata-rata pada briket dengan perekat tapioka sebesar 1.85% briket dengan perekat beras sebesar 1.93% dan briket dengan perekat sagu sebesar 50.37%.

4.2.3 Pengujian Hipotesis pada Kuat Tekan Aksial

Pengujian pengaruh variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap kuat tekan aksial briket dengan menggunakan *One-Way ANOVA*. Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) maka hipotesis dapat diasumsikan sebagai berikut:

Ho : Tidak terdapat pengaruh perekat terhadap kuat tekan aksial briket

H1 : Terdapat pengaruh perekat terhadap kuat tekan aksialbriket.

Jika taraf signifikan $> \alpha$, maka Ho diterima, H1 ditolak

Jika taraf signifikan $< \alpha$, maka Ho ditolak, H1 diterima

Tabel 4.16 pengaruh perekat terhadap kuat tekan aksial briket.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:nilai

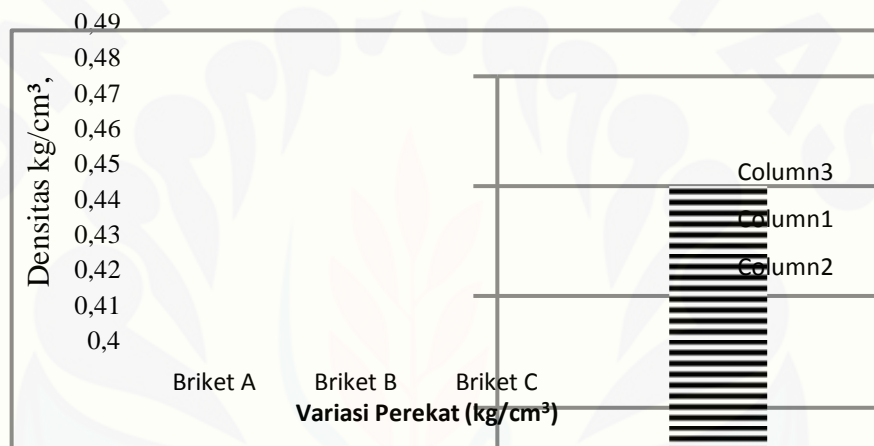
SK	JK	DB	KT	F-hit	Sig.	Keterangan
Kuat Tekan Aksial	4010.402	2	2005.201	179.640	.000	Signifikan
Error	468.817	42	11.162			
Corrected Total	4479.219	44				

Berdasarkan Tabel 4.16 diatas, pada *source* perekat, dengan nilai $\alpha = 0.05$ dapat dilihat bahwa nilai Sig pada perekat lebih kecil dari pada nilai α ($0.000 < 0.05$). Ho ditolak dan H1 diterima. H1 diterima menunjukkan ada pengaruh dari variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap kuat tekan aksial briket. Berdasarkan tabel 4.8 dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan kuat tekan aksial rata-rata pada briket dengan perekat tapioka sebesar 18,4 N/m² briket dengan perekat beras sebesar 34 N/m² dan briket dengan perekat sagu sebesar 2,8 N/m²

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pembahasan *Densitas*

Dari hasil perhitungan pengolahan data penelitian menggunakan *One-Way ANOVA*. Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) nilai *densitas* dapat disimpulkan bahwa H_1 diterima, hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh dari variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap nilai *densitas* briket. Berdasarkan penyajian data hasil perhitungan pengujian *densitas* untuk desain Rancangan Acak Lengkap Satu Faktor, maka dapat dibuat grafik hubungan antara perekat dengan *densitas* sebagai berikut:



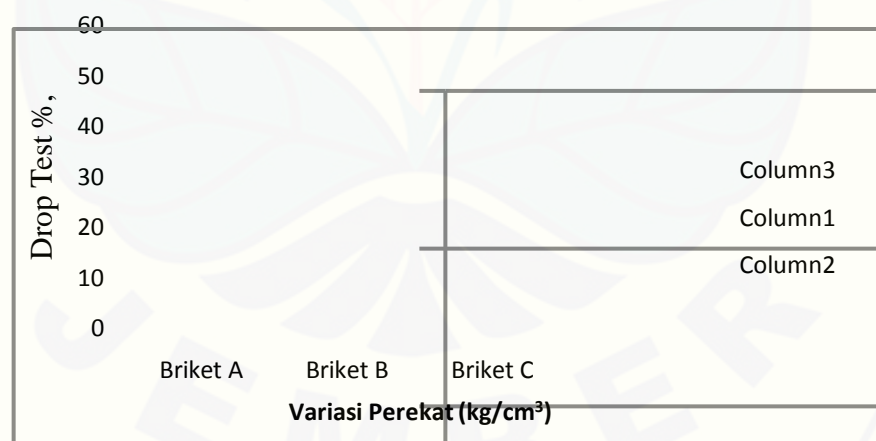
Gambar 4.2 Grafik Perekat dengan Densitas

Pada gambar 4.2 persentase *densitas* terjadi penurunan nilai, yang berarti dengan kadar air yang cukup, kandungan amilosa dan amilopektin yang banyak pada tepung, dapat menyebabkan arang dan tepung dapat merekat kuat, maka kerapatan briket pada pengujian *densitas* akan semakin baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai *densitas* rata-rata tertinggi yaitu pada briket A menggunakan tepung tapioka sebesar 0,48 g/cm³, karena memiliki kandungan air 9,84%, amilosa 17,10%, dan amilopektin 82,13%, kemudian yang kedua pada briket B yang menggunakan tepung beras sebesar 0,45 g/cm³, karena memiliki Kandungan air yang rendah 7,58%, amilosa 20%, dan amilopektin 99% , dan yang ketiga adalah briket C menggunakan tepung sagu 0,43 g/cm³, karena memiliki Kandungan air 14,10%, amilosa 34%, dan

amilopektin 73%. Selain nilai densitas tersebut terdapat perbedaan rata-rata ketinggian dari masing-masing jenis briket, dimana briket C tepung sagu memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu sebesar 3,08 cm, dilanjutkan dengan nilai ketinggian rata-rata briket B tepung beras yaitu sebesar 2,9 cm, serta briket A tapioka dengan nilai ketinggian rata-rata terendah yaitu 2,86 cm. Faktor ketinggian tersebut juga berpengaruh terhadap nilai dari densitas karena nilai tinggi akan menjadi faktor pembagi dalam rumus densitas.

4.3.2 Pembahasan *Drop Test*

Dari hasil perhitungan pengolahan data penelitian menggunakan *One-Way ANOVA*. Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) nilai *drop test* dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh dari variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap nilai drop test briket. Berdasarkan penyajian data hasil perhitungan pengujian *drop test* untuk desain Rancangan Acak Lengkap Satu Faktor, maka dapat dibuat grafik hubungan antara perekat dengan drop test sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Perekat dengan *Drop Test*

Pada gambar 4.3 persentase *drop test* terjadi penurunan nilai, yang berarti dengan kadar air yang cukup, kadar amilosa dan amilopektin yang tinggi pada tepung

perekat, maka daya tahan briket saat mengalami benturan akan menghasilkan kerusakan dengan persentase partikel yang lepas semakin sedikit, diketahui bahwa nilai *drop test* rata-rata terbaik yaitu pada briket A menggunakan tepung tapioka sebesar 1.85%, karena memiliki kandungan air 9,84%, amilosa 17,10%, dan amilopektin 82,13% dengan adanya kandungan air yang cukup dan amilosa, amilopektin yang cukup banyak, maka briket A memiliki tingkat kekerasan yang baik, hal ini dikarenakan nilai densitas briket A sangat baik, briket B yang menggunakan tepung beras memiliki nilai 1.93%, karena memiliki kandungan air yang rendah 7,58%, amilosa 20%, dan amilopektin 99%, dengan kandungan air yang rendah, maka tingkat kekerasan pada briket berkurang hal ini sebanding dengan nilai *densitas* briket B yang memiliki nilai *densitas* berada dibawah briket A.

Kemudian yang terburuk adalah briket C menggunakan tepung sagu dengan nilai 50.37%, karena memiliki Kandungan air 14,10%, amilosa 34%, dan amilopektin 73%, dengan kandungan air yang banyak maka briket menjadi susah untuk mengeras, walaupun nilai densitas baik tetapi dengan tingkat kadar air yang tinggi menyebabkan briket C ini rapuh terhadap benturan

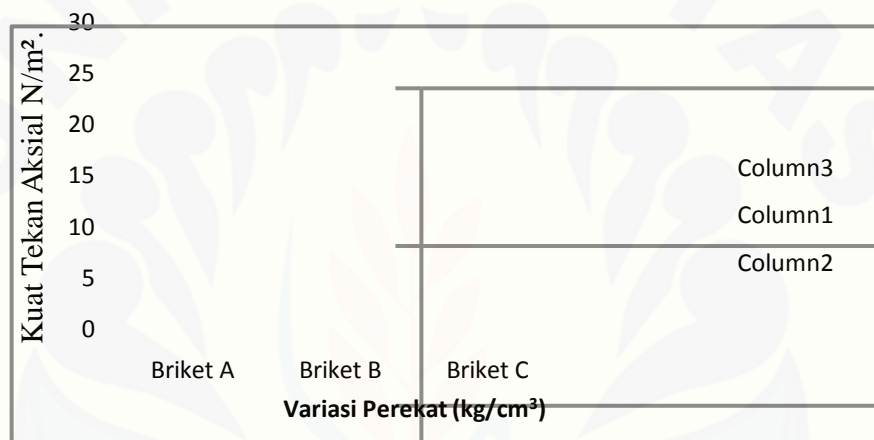
Faktor secara teknis yang mempengaruhi terlepasnya partikel briket pada waktu pengujian *drop test* adalah posisi briket pada saat mendarat di lantai. Apabila saat pendaratan pertama kali berbenturan dengan lantai adalah daerah rapuh maka dimungkinkan partikel briket yang terlepas akan lebih banyak dibandingkan dengan yang pertama menyentuh lantai adalah bagian tengah. (Satmoko. dkk. 2013)



Gambar 4.4 Daerah Kuat dan daerah rapuh (Widayat dkk dalam Satmoko, A. 2013).

4.3.3 Pembahasan Kuat Tekan Aksial

Dari hasil perhitungan pengolahan data penelitian menggunakan *One-Way ANOVA*. Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) nilai kuat tekan aksial dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima menunjukkan adanya pengaruh dari variasi perekat arang limbah serbuk kayu sengon terhadap kuat tekan aksial briket. Berdasarkan penyajian data hasil perhitungan pengujian kuat tekan untuk desain Rancangan Acak Lengkap Satu Faktor, maka dapat dibuat grafik hubungan antara perekat dengan kuat tekan aksial sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Perekat dengan Kuat Tekan Aksial Briket

Pada gambar 4.5 persentase kuat tekan aksial terjadi peningkatan nilai, yang berarti dengan kadar air yang cukup, kadar amilosa dan amilopektin yang tinggi pada tepung perekat, maka daya tahan briket saat mengalami tekanan akan menghasilkan kekuatan fisik yang baik, diketahui bahwa nilai kuat tekan aksial rata-rata terbaik yaitu pada briket B menggunakan tepung beras dengan nilai 34 N/m², karena memiliki Kandungan air yang rendah 7,58%, amilosa 20%, dan amilopektin 99%, dengan adanya kandungan amilosa dan amilopektin yang tinggi menyebabkan briket menjadi keras dan merekat dengan baik, hal itu membuat briket tidak mudah hancur ketika tertekan, hal ini berbanding lurus dengan nilai *densitas* dan *drop test* yang baik

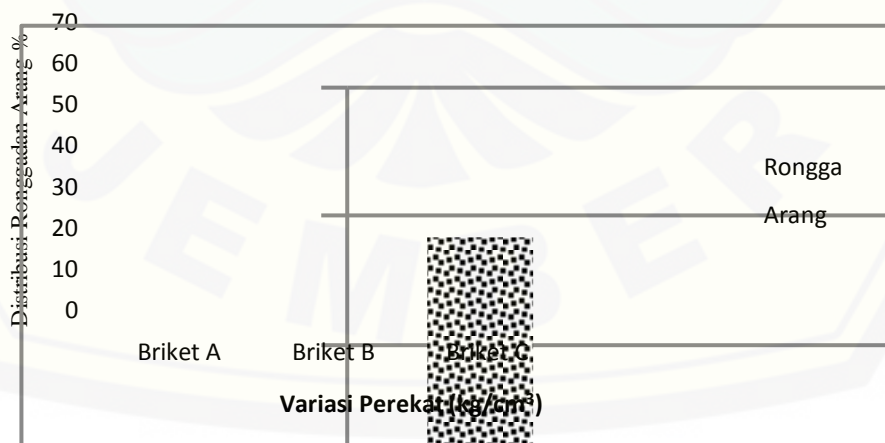
menjadikan briket dengan tepung beras menjadi briket yang paling baik dari berbagai macam pengujian.

Briket A yang menggunakan tepung tapioka dengan nilai $18,4 \text{ N/m}^2$, karena memiliki kandungan air $9,84\%$, amilosa $17,10\%$, dan amilopektin $82,13\%$, hal ini disebabkan karena kadar air yang sedikit lebih banyak dibandingkan tepung beras yang menyebabkan briket tidak bisa mengeras dengan sempurna dan nilai amilosa yang kecil menyebabkan briket tidak mudah mengeras dengan baik, jika dilihat dari nilai *densitas* yang kurang baik dan nilai *drop test* yang baik menjadikan briket dengan tepung tapioka menjadi briket yang cukup baik karena kekurangannya dapat ditutupi dengan adanya kadar air yang lebih sedikit dari pada briket dengan tepung sagu.

Yang terburuk adalah briket C yang menggunakan tepung sagu dengan nilai $2,8 \text{ N/m}^2$, karena memiliki Kandungan air $14,10\%$, amilosa 34% , dan amilopektin 73% , hal ini menyebabkan briket menjadi mudah hancur karena kadar air yang tinggi

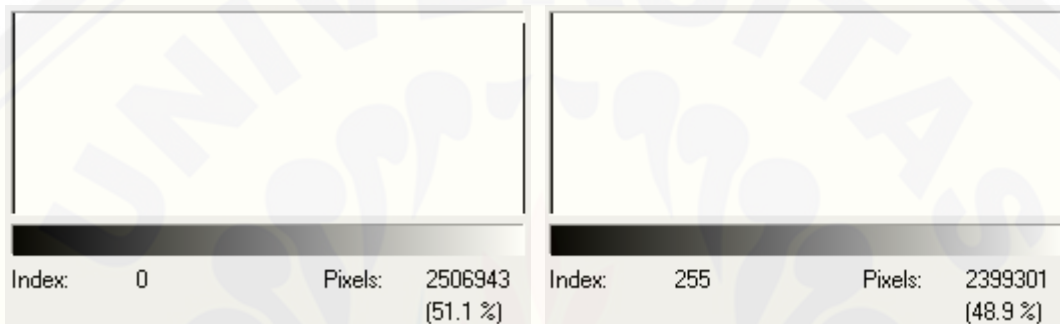
4.3.4 Pembahasan Distribusi Ukuran Partikel

Setelah melakukan pengujian distribusi partikel menggunakan mikroskop inverted dengan perbesaran $200\times$ menghasilkan gambar permukaan briket yang jelas, yaitu terdapat perbedaan pada struktur gambar permukaan briket.



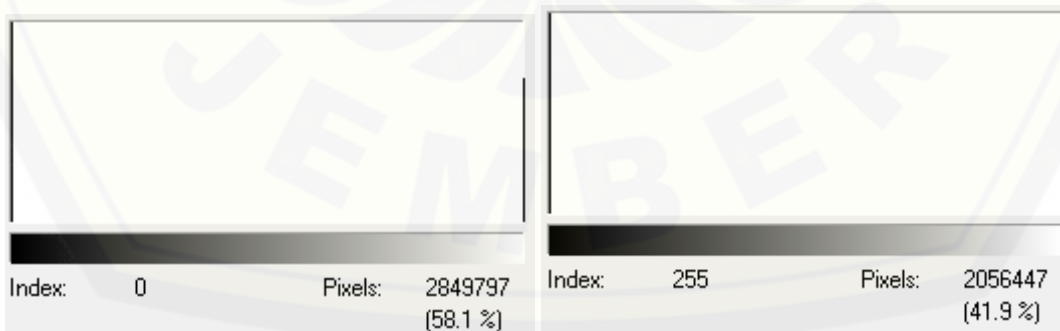
Gambar 4.6 Grafik Perekat dengan Distribusi Ukuran Partikel

Seperti gambar 4.7 briket A memiliki rongga 51,1%, arang 48,9% dengan perekat tepung tapioka yang paling baik hal ini dikarenakan kandungan air 9,84%, amilosa 17,10%, dan amilopektin 82,13% menyebabkan nilai densitas kurang baik $0,38 \text{ kg/cm}^3$ sehingga terlihat di foto permukaan briket tidak terlalu halus, tetapi dengan kadar amilopektin yang cukup menyebabkan permukaan briket tidak terlalu kasar atau bergumpal, hal itu yang menyebabkan nilai drop test 1.85%, dan kuat tekan $1,5 \text{ N/m}^2$ sangat baik.



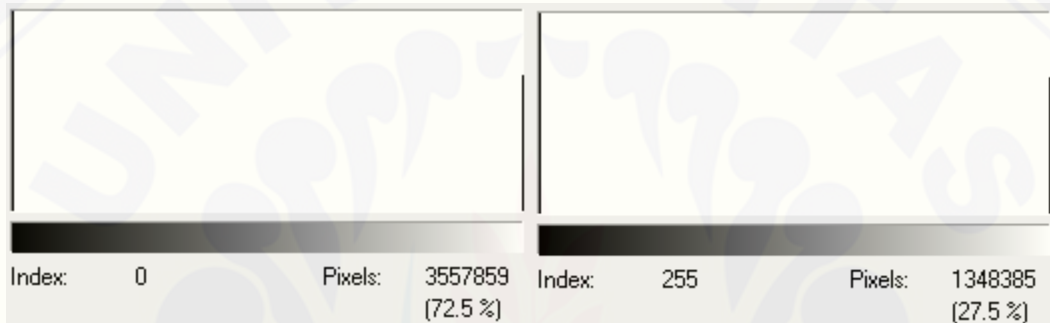
Gambar 4.7 Grafik score jumlah warna rongga, arang briket A

Briket B memiliki rongga 58,1%, arang 41,9% dengan perekat tepung beras memiliki foto permukaan briket yang lumayan baik, hal ini disebabkan kandungan air 7,58%, amilosa 20%, dan amilopektin 99% yang membuat permukaan briket menjadi cukup halus dan sedikit bergumpal, kandungan tersebut yang menyebabkan nilai densitas briket tepung beras sangat baik $0,45 \text{ kg/cm}^3$, nilai drop test 1.93%, dan kuat tekan aksial $2,6 \text{ N/m}^2$.



Gambar 4.8 Grafik score jumlah rongga, arang briket B

Briket C memiliki rongga 72,5%, arang 27,5% dengan perekat tepung sagu menjadi yang paling burruk, dikarenakan kandungan air 14,10%, amilosa 34%, amilopektin 73%, hal ini menyebabkan permukaan briket menjadi kasar dan bergumpal karena kandungan air yang banyak dan kadar amilosa yang rendah, dan ini yang menyebabkan nilai densitas briket sagu 0,43 kg/cm³, drop test 50.37%, dan kuat tekan aksial 0,3 N/m² burruk



Gambar 4.9 Grafik score jumlah rongga, arang briket C

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon memiliki nilai densitas tinggi, seiring dengan ukuran densitas yang semakin besar maka diperoleh nilai densitas terbaik pada perekat tepung tapioka $0,48 \text{ g/cm}^3$
2. Pada variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon dinyatakan nilai drop testnya baik dapat dilihat dari nilai *lost* rata-rata yang rendah pada briket, seiring dengan pengaruh perekat yang semakin baik nilainya maka diperoleh nilai drop test terbaik dimiliki oleh perekat tepung tapioka sebesar 1,85%.
3. Variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon pada nilai kuat tekan aksial yang paling baik dimiliki oleh perekat tepung beras sebesar 34 N/m^2
4. Variasi perekat briket arang limbah serbuk kayu sengon memiliki nilai distribusi rongga dan arang yang dapat dilihat dari gambar hasil penglihatan mikroskop inverted dengan perbesaran 200x. Dari hasil pengujian diperoleh nilai perekat briket terbaik dimiliki oleh briket tepung beras dengan nilai rongga 45% dan arang 55%.
5. Dari ketiga jenis tepung (tapioka, beras dan sagu) yang telah melalui 4 macam pengujian, dapat disimpulkan tepung yang paling baik dalam karakteristik mekanik briket adalah tepung tapioka. Karena tepung tapioka harganya lebih murah dan mudah didapatkan, kemudian dikehidupan sehari – hari, masyarakat membuat briket menggunakan perekat tepung tapioka.

5.2 Saran

1. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket harus dipastikan bersih dan kering sebelum dilakukan proses pengarangan.
2. Alat produksi briket sebaiknya lebih sering diperbaiki, karena mudah rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- Arni, Labania. H. MD, Nismayanti. A. 2014. *Studi Uji Karakteristik Fisis Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tadulako
- Budiawan. L, Susilo. B, Hendrawan. Y. 2014. *Pembuatan Dan Karakterisasi Briket Bioarang Dengan Variasi Komposisi Kulit Kopi*. Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
- Gandhi. B. A. 2010. *Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung*. SMK N 7 Semarang
- Irawan, A. 2011. *Pengaruh Jenis Binder Terhadap Komposisi dan Kandungan Energi Biobriket Sekam Padi*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Junaedy, Salengke, Iqbal. 2012. *Pembuatan Briket Dari Limbah Sortiran Biji Kakao (Theobroma Cacao)*. Alumni Keteknikan Pertanian Unhas 2012.
- Lestari. L, Aripin, Yanti, Zainudin, Sukmawati, Merliani. 2010. *Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung Yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu Dan Kanji*. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Haluoleo Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari, Sulawesi Tenggara
- Mangkau. A, Rahman. A, Bintaro. B. 2011. *Penelitian Nilai Kalor Briket Tongkol Jagung Dengan Berbagai Perbandingan Sekam Padi*. Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

- Muharyani. R, Pratiwi. D, Asip. F. 2012. *Pengaruh Suhu Serta Komposisi Campuran Arang Jerami Padi Dan Batubara Subbituminus Pada Pembuatan Briket Bioarang*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- Mulyadi, A, F, Ika Atsari Dewi, I, A, Panji Deoranto, P. 2013. *Pemanfaatan Kulit Buah Nipah Untuk Pembuatan Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
- Naim. D, Saputro. D. D, Rusiyanto. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
- Ndraha, N. 2010. *Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu Yang Dihasilkan*. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatra Utara.
- Patabang. D, 2012. *Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako
- Pratiwi. D. K, Paramitha. N. 2013. *Kajian Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran Cetakan Logam Terhadap Perubahan Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Produk Cor Aluminium*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
- Purnama. R. R, Ahmad Chumaidi. A. C, Saleh. A. 2012. *Pemanfaatan Limbah Cair Cpo Sebagai Perekat Pada Pembuatan Briket Dari Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

- Putra. H. P, Mokodompit. M, Kuntari. A. P. 2013. *7 study Karakteristik Briket Berbahan Dasar Limbah Bambu Dengan Menggunakan Perekat Nasi*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
- Said, S. 2014. *Outlook Energi Indonesia 2014*. Ketua Harian Dewan Energi Nasional.
- Saleh. A. 2013. *Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Batang Jagung (Zea Mays L.)*. Dosen pada Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
- Santosa, Mislaini. R, Anugrah. S. P. 2010. *Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket Dari Kotoran Sapi Dan Limbah Pertanian*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Kampus Limau Manis, Padang.
- Sari. N. M, Rahmad. A, M. Ali Shodiqin. M. A. 2009. *Analisis Biaya Dan Waktu Pembuatan Briket Arang Berdasarkan Bentuk Dari Kayu Bakau (Rhizophora Mucronata Lamck) Dan Rambai (Sonneratia Acida Linn)*. Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjar baru
- Sastrosupadi. A. 1995. *Rancangan Percobaan Praktis Untuk Bidang Pertanian*. Penerbit Kanisius, Deresan, Yogyakarta

- Satmoko. M . E. A, Saputro. D. D, Budiyo. A. 2013. *Karakterisasi Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon Dengan Metode Cetak Panas*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia.
- Satmoko, M, E, A. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 6000 Psig*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
- Setiatwan. H, Saefulhajar. D, Hidayat. T. U. 2008. *Pengaruh Bahan Perikat Dan Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisik Ransum Bentuk Briket Pellet*. Fakultas Perternakan, Universitas Padjajaran.
- Syafiq, A (2009). *Uji Kualitas Fisik Dan Kinetika Reaksi Briket Kayu Kalimantan Dengan Dan Tanpa Pengikat*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Thoha M. Y, Fajrin. D. E. 2010. *Pembuatan Briket Arang Dari Daun Jati Dengan Sagu Aren Sebagai Pengikat*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- Widjaseputra. A. I, Harijono, Yunianta, Estiasih. 2011. *Pengaruh Rasio Tepung Beras Dan Air Terhadap Karakteristik Kulit Lumpia Basah*. Fakultas Teknologi Pertanian, Unika Widya Mandala Surabaya
- Wilasita. D. C, Ragil Purwaningsih. R. *Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Dan Tempurung Kelapa Menjadi Briket Sebagai Sumber Energi Alternatif Dengan Proses Karbonisasi Dan Non Karbonisasi*. Laboratorium Pengolahan Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS

LAMPIRAN

A.1 Table

(a) F-Table

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
16	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
18	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
26	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
28	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
36	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
38	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
46	4.05	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

(b) SPSS Densitas

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Briket	1	A	5
	2	B	5
	3	C	5

Descriptive Statistics

Dependent Variable:Densitas

Briket	Mean	Std. Deviation	N
a	.4840	.03847	5
b	.4480	.01095	5
c	.4280	.02588	5
Total	.4533	.03498	15

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:Densitas

F	df1	df2	Sig.
1.440	2	12	.275

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Briket

Briket

Dependent Variable:Densitas

Briket	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
a	.484	.012	.457	.511
b	.448	.012	.421	.475
c	.428	.012	.401	.455

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Densitas

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.008 ^a	2	.004	5.322	.022
Intercept	3.083	1	3.083	4.074E3	.000
Briket	.008	2	.004	5.322	.022
Error	.009	12	.001		
Total	3.100	15			
Corrected Total	.017	14			

a. R Squared = ,470 (Adjusted R Squared = ,382)

(b) SPSS Drop Test**Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
Briket	1	a	15
	2	b	15
	3	c	15

Descriptive Statistics

Dependent Variable:DropTest

Briket	Mean	Std. Deviation	N
a	1.8480	.78361	15
b	1.9340	.71340	15
c	50.3713	7.07058	15
Total	18.0511	23.46134	45

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:DropTest

F	df1	df2	Sig.
39.499	2	42	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Briket

Briket

Dependent Variable:DropTest

Briket	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
a	1.848	1.066	-.303	3.999
b	1.934	1.066	-.217	4.085
c	50.371	1.066	48.220	52.522

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:DropTest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	23503.483 ^a	2	11751.741	689.709	.000
Intercept	14662.918	1	14662.918	860.565	.000
Briket	23503.483	2	11751.741	689.709	.000
Error	715.626	42	17.039		
Total	38882.026	45			
Corrected Total	24219.108	44			

a. R Squared = ,970 (Adjusted R Squared = ,969)

(c) SPSS Kuat Tekan Aksial

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Briket	1	a	15
	2	b	15
	3	c	15

Descriptive Statistics

Dependent Variable:KuatTekanAksial

Briket	Mean	Std. Deviation	N
a	14.7333	1.99952	15
b	25.9200	5.43036	15
c	2.8000	.00000	15
Total	14.4844	10.08962	45

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:KuatTekanAksial

F	df1	df2	Sig.
13.563	2	42	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Briket

Briket

Dependent Variable:KuatTekanAksial

Briket	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
a	14.733	.863	12.992	16.474
b	25.920	.863	24.179	27.661
c	2.800	.863	1.059	4.541

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:KuatTekanAksial

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4010.402 ^a	2	2005.201	179.640	.000
Intercept	9440.961	1	9440.961	845.789	.000
Briket	4010.402	2	2005.201	179.640	.000
Error	468.817	42	11.162		
Total	13920.180	45			
Corrected Total	4479.219	44			

a. R Squared = ,895 (Adjusted R Squared = ,890)

A.2 Pembuatan dan Pengujian Spesimen

(a) Mengambil limbah serbuk kayu sengon Di CV Harapan Mulya dan menjemur dari jam 09:00- 15:00 WIB selama 2 hari



(b) Pirolisis/pengarangan dengan temperatur 400° C



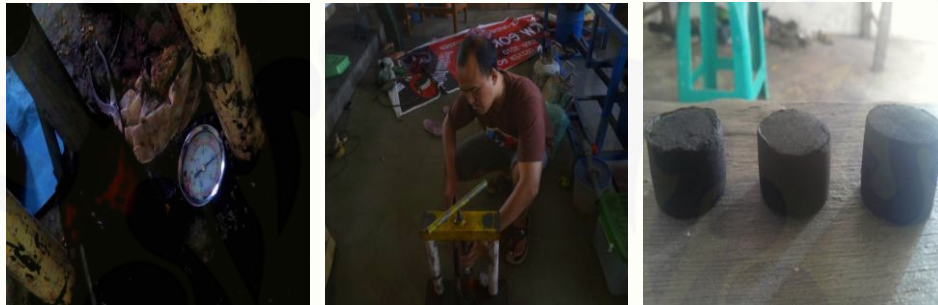
(c) Hasil Arang kemudian diayak dengan Mesh 70



(d)Perekat Tepung Tapioka, beras, sagu



(e) Timbang bahan bahan briket (70% aranf, 20% perkat, 10% air)



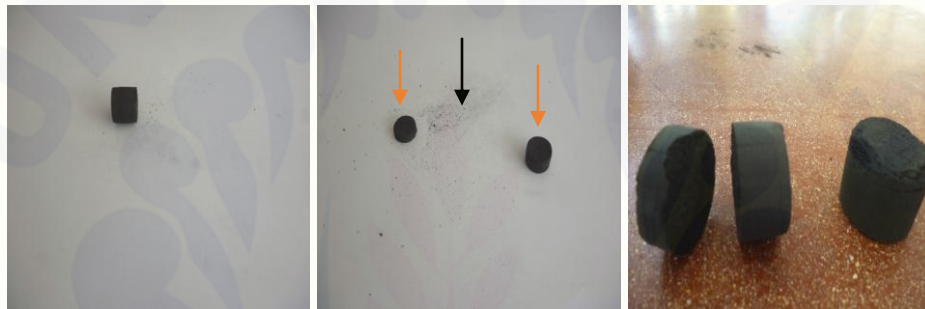
(f) Pencetakan Briket dengan Variasi perekat tapioka, beras dan sagu



(g) Pengujian Densitas mengukur ketinggian dan massa briket



(h) Pengujian *Drop Test* menimbang briket sebelum dijatuhkan kemudian diuji dengan ketinggian 180 cm



(i) Bentuk pecahan briket setelah dijatuhkan

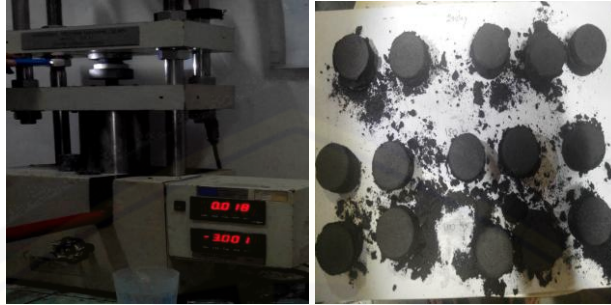
Keterangan:

Bisa dipakai : ————

Tidak bisa dipakai : ————



(j) Berat sebelum dan sesudah setelah pengujian *drop test*



(k) Pengujian Kuat Tekan Aksial

A.3 Data Hasil Pengujian

a.) Perhitungan Data Hasil Pengujian Densitas

$$\rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)}$$

Keterangan: ρ = Densitas (gr/cm³)

m= massa (gram)

V = Volume (cm³)

1. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung tapioka

$$\text{Spesimen 1. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,86}{20,48} = 0,48 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 2. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,6}{22,6} = 0,42 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 3. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,92}{19,78} = 0,50 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 4. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,58}{18,36} = 0,52 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 5. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,9}{19,78} = 0,50 \text{ gr/cm}^3$$

2. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung beras

$$\text{Spesimen 1. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,14}{19,78} = 0,46 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 2. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,14}{20,48} = 0,44 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 3. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,38}{21,19} = 0,44 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 4. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,44}{21,19} = 0,44 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 5. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,28}{19,78} = 0,46 \text{ gr/cm}^3$$

3. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung sagu

$$\text{Spesimen 1. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,2}{23,31} = 0,39 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 2. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,6}{20,48} = 0,46 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 3. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,24}{21,19} = 0,43 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 4. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,64}{22,6} = 0,42 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 5. } \rho = \frac{m (g)}{V (cm^3)} = \frac{9,34}{21,19} = 0,44 \text{ gr/cm}^3$$

b). Perhitungan Data Hasil Pengujian Drop Test

$$\text{Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan:

A : Berat briket sebelum dijatuhkan (gram)

B : Berat briket sesudah dijatuhkan (gram)

1. Pencetakan briket dengan variasi 100 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,86-9,82)}{9,86} \times 100 \% = 0,40 \%$$

$$\text{Spesimen 2. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,62-9,43)}{9,62} \times 100 \% = 1,97 \%$$

$$\text{Spesimen 3. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,66-9,4)}{9,66} \times 100 \% = 2,69 \%$$

$$\text{Spesimen 4. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,71-9,43)}{9,71} \times 100 \% = 2,88 \%$$

$$\text{Spesimen 5. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,89-9,68)}{9,89} \times 100 \% = 2,12 \%$$

$$\text{Spesimen 6. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,78-9,5)}{9,78} \times 100 \% = 2,86 \%$$

$$\text{Spesimen 7. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,67-9,5)}{9,67} \times 100 \% = 1,75 \%$$

$$\text{Spesimen 8. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,88-9,67)}{9,88} \times 100 \% = 2,12 \%$$

$$\text{Spesimen 9. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,56-9,43)}{9,56} \times 100 \% = 1,35 \%$$

$$\text{Spesimen 10. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,76-9,68)}{9,76} \times 100 \% = 0,81 \%$$

$$\text{Spesimen 11. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,61-9,5)}{9,61} \times 100 \% = 1,14 \%$$

$$\text{Spesimen 12. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,47-9,23)}{9,47} \times 100 \% = 2,53 \%$$

$$\text{Spesimen 13. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,57-9,49)}{9,57} \times 100 \% = 0,83 \%$$

$$\text{Spesimen 14. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,98-9,78)}{9,98} \times 100 \% = 2 \%$$

$$\text{Spesimen 15. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,68-9,46)}{9,68} \times 100 \% = 2,27 \%$$

2. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung beras

$$\text{Spesimen 1. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,92-9,66)}{9,92} \times 100 \% = 2,62 \%$$

$$\text{Spesimen 2. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,7-9,58)}{9,7} \times 100 \% = 1,23 \%$$

$$\text{Spesimen 3. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,64-9,6)}{9,64} \times 100 \% = 0,41 \%$$

$$\text{Spesimen 4. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,51-9,39)}{9,51} \times 100 \% = 1,26 \%$$

$$\text{Spesimen 5. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,56-9,29)}{9,56} \times 100 \% = 2,82 \%$$

$$\text{Spesimen 6. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,69-9,46)}{9,69} \times 100 \% = 2,37 \%$$

$$\text{Spesimen 7. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,74-9,5)}{9,74} \times 100 \% = 2,46 \%$$

$$\text{Spesimen 8. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,69-9,41)}{9,69} \times 100 \% = 2,88 \%$$

$$\text{Spesimen 9. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,73-9,58)}{9,73} \times 100 \% = 1,54 \%$$

$$\text{Spesimen 10. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,59-9,36)}{9,59} \times 100 \% = 2,39 \%$$

$$\text{Spesimen 11. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,61-9,5)}{9,61} \times 100 \% = 1,14 \%$$

$$\text{Spesimen 12. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,85-9,69)}{9,85} \times 100 \% = 1,62 \%$$

$$\text{Spesimen 13. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,57-9,39)}{9,57} \times 100 \% = 1,88 \%$$

$$\text{Spesimen 14. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,79-9,57)}{9,79} \times 100 \% = 2,24 \%$$

$$\text{Spesimen 15. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,75-9,54)}{9,75} \times 100 \% = 2,15 \%$$

3. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung sagu

$$\text{Spesimen 1. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,94-5,74)}{9,94} \times 100 \% = 42,25 \%$$

$$\text{Spesimen 2. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,67-3,94)}{9,67} \times 100 \% = 59,25 \%$$

$$\text{Spesimen 3. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,32-4,89)}{9,32} \times 100 \% = 47,53 \%$$

$$\text{Spesimen 4. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,71-4,51)}{9,71} \times 100 \% = 53,55 \%$$

$$\text{Spesimen 5. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,89-4,57)}{9,89} \times 100 \% = 53,79 \%$$

$$\text{Spesimen 6. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,78-5,47)}{9,78} \times 100 \% = 44,06 \%$$

$$\text{Spesimen 7. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,59-4,11)}{9,59} \times 100 \% = 57,14 \%$$

$$\text{Spesimen 8. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,47-4,79)}{9,47} \times 100 \% = 49,41 \%$$

$$\text{Spesimen 9. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,56-4,51)}{9,56} \times 100 \% = 52,82 \%$$

$$\text{Spesimen 10. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,76-4,14)}{9,76} \times 100 \% = 57,58 \%$$

$$\text{Spesimen 11. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,61-3,89)}{9,61} \times 100 \% = 59,52 \%$$

$$\text{Spesimen 12. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,47-5,95)}{9,80} \times 100 \% = 37,17 \%$$

$$\text{Spesimen 13. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,57-5,22)}{9,57} \times 100 \% = 45,45 \%$$

$$\text{Spesimen 14. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,78-5,73)}{9,78} \times 100 \% = 41,41 \%$$

$$\text{Spesimen 15. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,68-4,39)}{9,68} \times 100 \% = 54,64 \%$$

c). Perhitungan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial

$$\text{Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Keterangan:

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (cm²)

1. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung tapioka

$$\text{Spesimen 1. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,09}{7,065} = 0,00127 \text{ N/cm}^2 = 12,7 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 2. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,1}{7,065} = 0,00142 \text{ N/cm}^2 = 14,2 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 3. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,1}{7,065} = 0,00142 \text{ N/cm}^2 = 14,2 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 4. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,12}{7,065} = 0,00170 \text{ N/cm}^2 = 12 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 5. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,09}{7,065} = 0,00127 \text{ N/cm}^2 = 12,7 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 6. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,1}{7,065} = 0,00142 \text{ N/cm}^2 = 14,2 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 7. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,11}{7,065} = 0,00156 \text{ N/cm}^2 = 15,6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 8. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,12}{7,065} = 0,00170 \text{ N/cm}^2 = 17 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 9. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,1}{7,065} = 0,00142 \text{ N/cm}^2 = 14,2 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 10. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,09}{7,065} = 0,00127 \text{ N/cm}^2 = 12,7 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 11. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,08}{7,065} = 0,00113 \text{ N/cm}^2 = 11,3 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 12. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,13}{7,065} = 0,00184 \text{ N/cm}^2 = 18,4 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 13. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,11}{7,065} = 0,00156 \text{ N/cm}^2 = 15,6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 14. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,12}{7,065} = 0,00170 \text{ N/cm}^2 = 17 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 15. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,1}{7,065} = 0,00142 \text{ N/cm}^2 = 14,2 \text{ N/m}^2$$

2. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung beras

$$\text{Spesimen 1. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,18}{7,065} = 0,00255 \text{ N/cm}^2 = 25,5 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 2. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,09}{7,065} = 0,00127 \text{ N/cm}^2 = 12,7 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 3. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,14}{7,065} = 0,00198 \text{ N/cm}^2 = 19,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 4. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,19}{7,065} = 0,00269 \text{ N/cm}^2 = 26,9 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 5. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,24}{7,065} = 0,00340 \text{ N/cm}^2 = 34 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 6. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,23}{7,065} = 0,00326 \text{ N/cm}^2 = 32,6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 7. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,15}{7,065} = 0,00212 \text{ N/cm}^2 = 21,2 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 8. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,18}{7,065} = 0,00255 \text{ N/cm}^2 = 25,5 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 9. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,2}{7,065} = 0,00283 \text{ N/cm}^2 = 28,3 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 10. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,22}{7,065} = 0,00311 \text{ N/cm}^2 = 31,1 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 11. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,2}{7,065} = 0,00283 \text{ N/cm}^2 = 28,3 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 12. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,21}{7,065} = 0,00297 \text{ N/cm}^2 = 29,7 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 13. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,19}{7,065} = 0,00269 \text{ N/cm}^2 = 26,9 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 14. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,16}{7,065} = 0,00226 \text{ N/cm}^2 = 22,6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 15. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,17}{7,065} = 0,00241 \text{ N/cm}^2 = 24,1 \text{ N/m}^2$$

3. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung sagu

$$\text{Spesimen 1. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 2. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 3. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 4. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 5. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 6. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 7. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 8. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 9. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 10. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 11. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 12. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 13. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

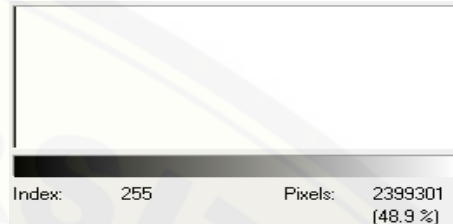
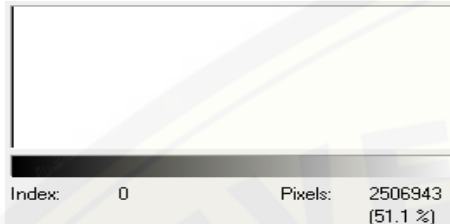
$$\text{Spesimen 14. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Spesimen 15. (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{0,02}{7,065} = 0,00028 \text{ N/cm}^2 = 2,8 \text{ N/m}^2$$

d). Grafik Data Hasil Pengujian Distribusi Rongga dan Arang

1. Pencetakan briket dengan variasi perekat tepung tapioka

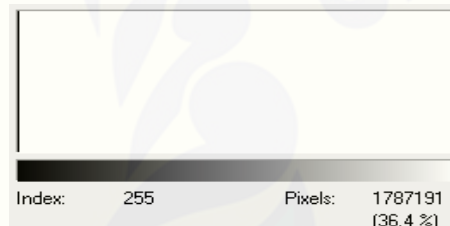
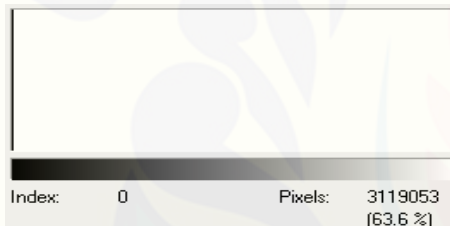
Tapioka 1



Hitam (0) : 2506943 (51.1%)

Putih (255) : 2399301 (48.9%)

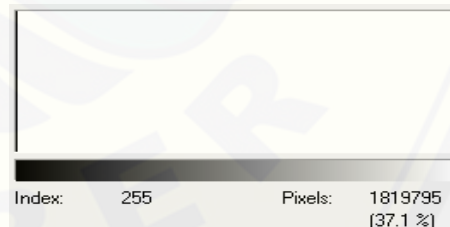
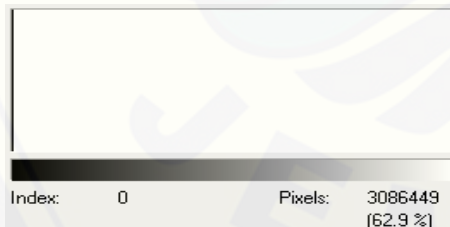
Tapioka 2



Hitam (0) : 3119053 (63.6%)

Putih (255) : 1787191 (36.4%)

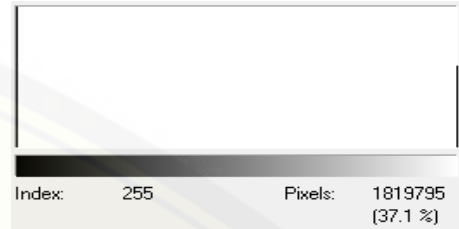
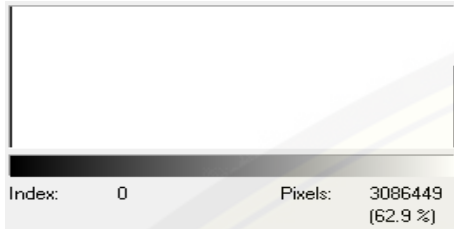
Tapioka 3



Hitam (0) : 3086449 (62.9%)

Putih (255) : 1819795 (37.1%)

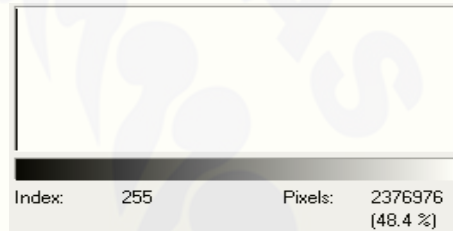
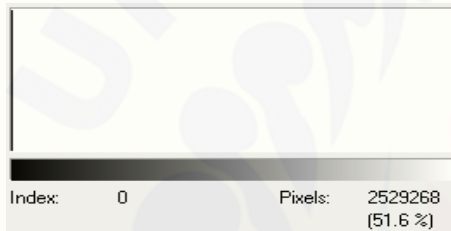
Tapioka 4



Hitam (0) : 3086449 (62.9%)

Putih (255) : 1819795 (37.1%)

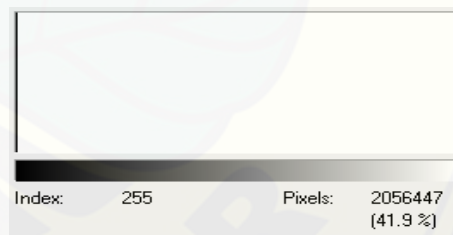
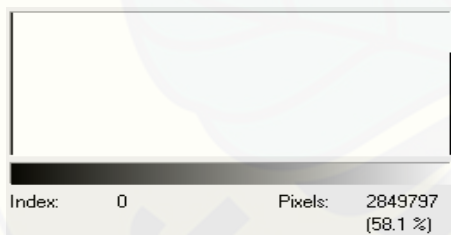
Tapioka 5



Hitam (0) : 2529268 (51.6%)

Putih (255) : 2376976 (48.4%)

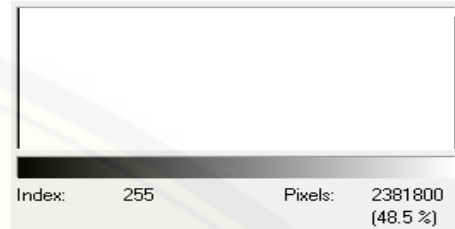
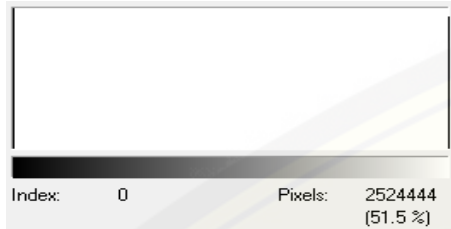
Beras 1



Hitam (0) : 2849797 (58,1%)

Putih (255) : 2056447 (41.9%)

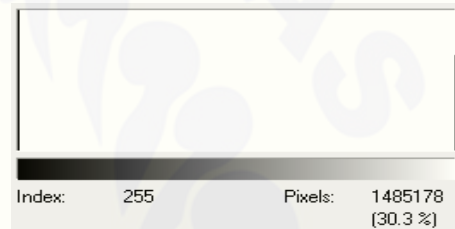
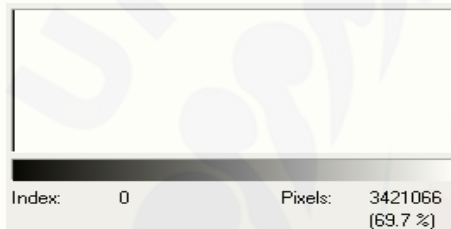
Beras 2



Hitam (0) : 2524444 (51.5%)

Putih (255) : 2381800 (48.5%)

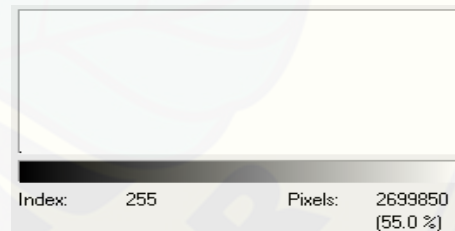
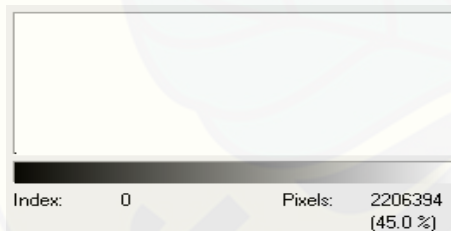
Beras 3



Hitam (0) : 3421066 (69.7%)

Putih (255) : 1485178 (30.3%)

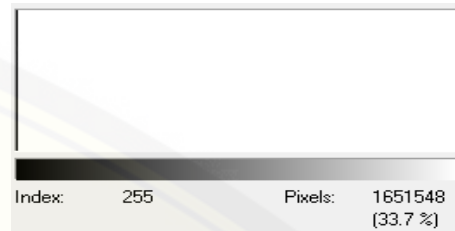
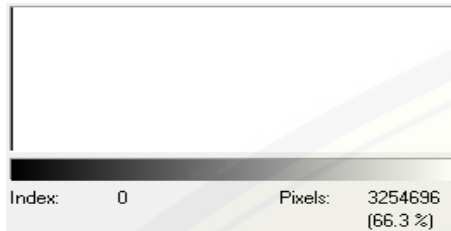
Beras 4



Hitam (0) : 2206394 (45.0%)

Putih (255) : 2699850 (55.0%)

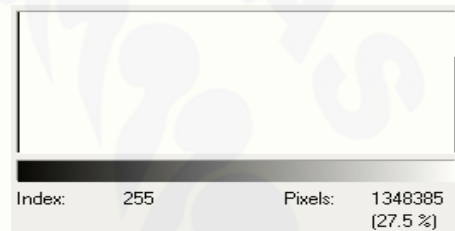
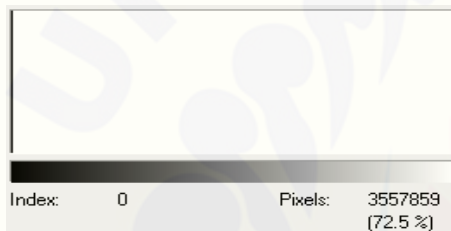
Beras 5



Hitam (0) : 3254696 (66.3%)

Putih (255) : 1651548 (33.7%)

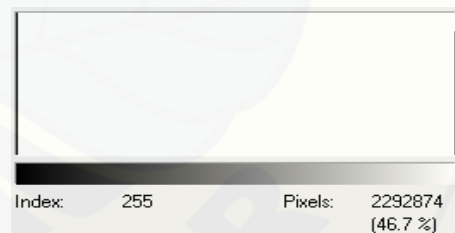
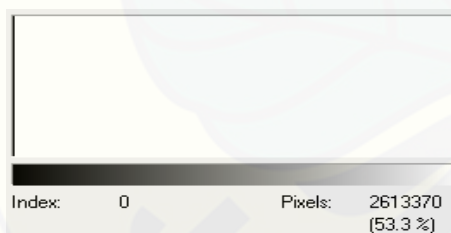
Sagu 1



Hitam (0) : 3557859 (72.5%)

Putih (255) : 1348385 (27.5%)

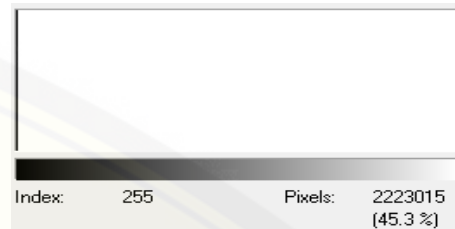
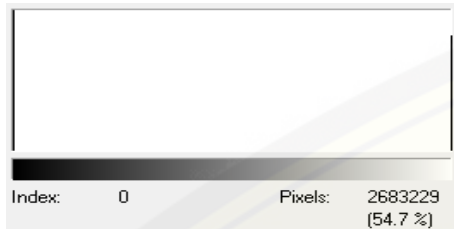
Sagu 2



Hitam (0) : 2613370 (53.3%)

Putih (255) : 2292874 (46.7%)

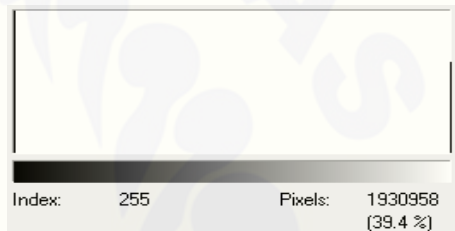
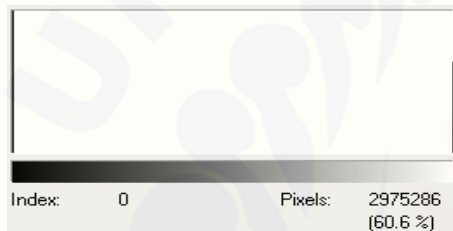
Sagu 3



Hitam (0) : 2683229 (54.7%)

Putih (255) : 2223015 (45.3%)

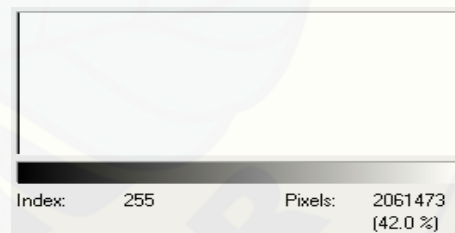
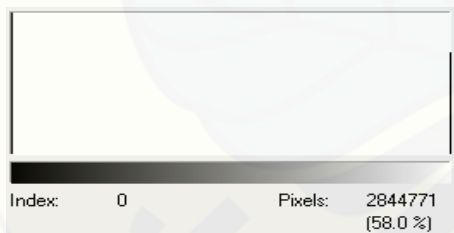
Sagu 4



Hitam (0) : 2975286 (60.6%)

Putih (255) : 1930958 (39.4%)

Sagu 5



Hitam (0) : 2844771 (58.0%)

Putih (255) : 2061473 (42.0%)

Cubes, Pellets, and Crumbles—Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content

Proposed by subcommittee on Standards of Forage Harvesting Committee of the ASAE Power and Machinery Division; approved by the ASAE Power and Machinery Division Technical Committee; adopted by ASAE December 1963; revised December 1965; reconfirmed December 1970; Section 7 revised December 1972; reconfirmed December 1975, December 1980; revised March 1982; reconfirmed December 1986; revised December 1991; reaffirmed December 1996.

1 Purpose and scope

1.1 This Standard defines cubes, pellets, and crumbles and establishes universal methods and procedures for testing the physical qualities. Standardization of methods and procedures permit assimilation of data from all research workers using this Standard. Furthermore, standard procedures, precisely set forth, eliminate the necessity for new researchers to spend valuable time working out satisfactory procedures. Methods and procedures for measuring unit specific density, bulk density, durability, and moisture content are included.

2 Definitions

2.1 Cube: An agglomeration of unground ingredients in which some of the sides are equal to or greater than the length of the minimum cross-sectional dimension of the agglomeration. The configuration of the agglomeration may take any form.

2.2 Pellet: An agglomeration of individual ground ingredients, or mixture of such ingredients, commonly used for animal feeds.

2.3 Crumbles: Pelleted feed reduced to granular form.

3 Unit density of cubes

3.1 The unit density of cubes can be determined using one of the following procedures. The choice of the proper method depends on the condition of the cube.

3.2 Density determination by water immersion

3.2.1 Select a representative sample of at least 5 cubes. This provides 2 spare cubes in case a leaky bag (see paragraph 3.2.4) permits damage to 1 or 2 samples.

3.2.2 Weigh each cube in air and record the mass, W_1 .

3.2.3 Place the empty water container on the scale, fill two-thirds with water, and tare the scale to zero. The container must be transparent, and its diameter large enough to accommodate a cube in a plastic bag.

3.2.4 Place each cube in a 0.03 mm (1.25 mil) plastic bag. Use a 2 mm (0.06 in.) diameter metal rod with a ring formed at one end to control the cube from outside the plastic bag. The neck of the bag is to be placed through the ring of the rod. Bags are to be no larger in diameter than necessary to contain a cube without stretching the bag.

3.2.5 With the top of the bag extending above the water surface, use the rod to control the cube while submerging it to the bottom of the container. Gently agitate to expel air from the bag so it will float snugly around the cube, under water.

3.2.6 Raise the cube in the water column to no less than 50 mm (2 in.) of the water surface, and read the scale immediately. Repeat the procedure of paragraph 3.2.5 to verify scale reading, and record the mass, W_2 . Also repeat procedure of paragraph 3.2.2, verifying W_1 , as a check against the cube absorbing water through a leaky bag.

3.2.7 Calculate the unit density

$$S W_5 S \frac{W_1}{W_2} 998 \text{ kg/m}^3 F_{S W_5} S \frac{W_1}{W_2} D_{62.3 \text{ lb/ft}^3} G$$

where

$S W_5$ unit density of test cube, kg/m^3 (lb/ft^3)

W_1 cube mass in air, kg (lb)

W_2 mass of water displaced cube, bag and rod, kg (lb)

W_3 W_2 minus the mass of water displaced by bag and rod, without the sample cube, when they are immersed to the depth at which W_2 reading was taken, kg (lb)

998 kg/m^3 (62.3 lb/ft^3) = density of water at 21 °C (70 °F)

NOTE: It may be that W_3 should be further corrected by subtracting a small value, for example, 7 g (0.25 oz), to compensate for error in the float of the bag to the cube. This can be approximated by constructing an artificial, waterproof block similar in size, shape, and density to the cubes being tested and determining the weight of water displaced by the bare block. The bag float error is approximately the difference between the weight of water displaced by the bare block, as determined above, and W_3 for the block.

3.2.8 For cubes of irregular shape, the following procedure may be used: Insert a thin metal rod into the cube and immerse the cube into molten wax such that a thin film covers the surface area. Allow the wax-covered cube to cool; then follow the procedure outlined in paragraphs 3.2.1±

3.2.7 to determine the unit density.

3.2.9 This unit density will then be corrected to 0% moisture content by:

$$S W_5 S \frac{W_1}{W_2} \frac{\%DM}{100}$$

where

$S W_c$ 5 unit density at 0% moisture content

$S W_i$ 5 unit density indicated by test cube

$\%DM$ 5 percent dry matter in test cube

This calculation does not make allowance for shrinkage or expansion that may occur during a potential drying process.

3.3 Density determination by direct measurement method

3.3.1 If the cubes are of regular shape, carefully cut them into 25.4 mm (1 in.) lengths.

3.3.2 Calculate the volume of each subsample of the cube by the appropriate use of a caliper.

3.3.3 Weigh each subsample of the cube in air and record its mass.

3.3.4 The unit density is calculated as the ratio of the mass of the subsample of the cube to its volume.

3.3.5 Measurements should be done on at least 3 samples and the average reported.

3.4 Because of a tendency for cubes to expand for some time after forming, both the time interval between forming and this measurement, and the moisture content at the time of this measurement, should be specified.

4 Bulk Density

4.1 Cubes. A cylindrical container, 380 mm (15 in.) in diameter and 495mm (19.5 in.) high (inside dimensions), shall be used.

Divide the net mass, in kg, of the material by 0.05615 m^3 (2.00 ft^3) to obtain bulk density in kg/m^3 (lb/ft^3).

4.2 Filling sample container. The container shall be filled by pouring from a height of 610 mm (2 ft) above the top edge of the container. The container shall then be dropped 5 times from a height of 150 mm (6 in.) onto a hard surface to allow settling. In the case of small pellets and crumbles, the material shall be struck off level with the top surface. In the case of cubes and large pellets, remove the cubes or large pellets which have more than one half their volume above the top edge of the container, leaving in the container those cubes or large pellets with more than one half their volume below the top edge of the container.

4.3 Density corrected. The density determined by this method shall be corrected to 0% moisture content by the use of the equation in paragraph 3.2.9 under Unit Density.

4.4 Because of the tendency for cubes to expand for some time after forming, both the time interval between forming and this measurement, and the moisture content at the time of this measurement, should be specified when dealing with cubes.

4.5 Bulk density measurements should be repeated at least 3 times and the average value reported.

5 Durability

5.1 Cubes. The durability of cubes shall be determined by the following procedure:

5.1.1 Device. Durability of cubes shall be determined by tumbling the test sample for 3 min at 40 r/min. The outside dimensions of the angle iron frame of the tumbler are shown in Fig. 1. The covering shall be 12.5 mm (0.5 in.) mesh hardware cloth applied taut to the outside of the frame. Interior projections, such as screw heads, should be kept to a minimum and should be well rounded. The box shall be mounted on a diagonal axis (2 planes) with 2 stub shafts terminating at the exterior of the angle iron frame. These may be hollow shafts for ease of fabrication. There will be a hinged triangular door 300 x 300 x 430 mm (12 x 12 x 17 in.) on each end. The axis of rotation shall be horizontal (see Fig. 1).

5.1.2 Determining durability of cubes. Cubes shall be tested by tumbling a representative 10 cube sample, whose individual mass does not vary over 6-10% of the average original mass, in the manner described in paragraph 5.1.1. Care must be taken that cubes are not broken or disintegrated after they have been weighed and during loading into the tumbler.

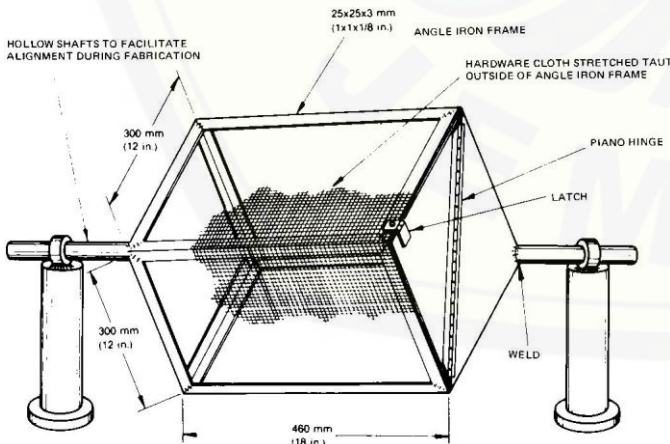


Figure 1 ± Durability tester for cubes

5.1.3 After this tumbling test, the total mass of all particles each weighing more than 20% of the average initial cube mass shall be recorded and designated as cube size material, CSM. The durability rating for cubes is expressed as the percentage of CSM over 20% of the average initial cube mass.

5.1.4 Using the original average cube mass, compute 5 mass classes, each expressing 20% increments of the original average cube mass. Separate the cube pieces remaining after tumbling into piles prescribed by the 5 mass classes. Pieces weighing more than the average original cube mass will be included in the highest mass class. The percentage of material in each class shall then be determined by dividing the total mass in each class by the total mass before testing.

5.1.5 A size-distribution index of the durability is then obtained by multiplying the percentage of material in each of the 5 classes from highest to lowest, respectively, by four (4), three (3), two (2), one (1), zero (0), and then calculating the summation of products obtained by this method. A perfect index is 400 (see Table 1).

5.1.6 The time interval between forming and durability testing should be specified. The moisture content of all the pieces, as a group sample taken immediately after the durability test, should also be specified.

5.2 Pellets and crumbles. The durability of pellets and crumbles shall be determined by the following procedure:

5.2.1 Device. Durability of pellets and crumbles shall be determined by tumbling the test sample for 10 min at 50 r/min, in a dust-tight enclosure. The construction of this device is illustrated in Fig. 2. The device is rotated about an axis which is perpendicular to and centered in the 300 mm (12 in.) sides. A 230 mm (9 in.) long baffle is affixed symmetrically to a diagonal of one 300x300 mm (12x12 in.) side of the box. One leg of this formed angle baffle extends 50 mm (2 in.) into the box and the other leg is securely fastened to the back of the box. A door may be placed in any side and should be dustproof. Projections, such as rivets and screws, shall be kept to a minimum and well rounded.

5.2.2 Screens. Fines shall be determined by screening a sample on a wire sieve having openings just smaller than the nominal pellet diameter. Table 2 shows the recommended sieves for crumbles and pellets of various diameters.

5.2.3 Test procedure. A sample of pellets or crumbles to be tested will be sieved on the appropriate sieve to remove fines. If pellets of 12.5 mm (0.5 in.) diameter, or larger, are being tested, select pellets which are between 30 mm (1.25 in.) and 40 mm (1.5 in.) in length. Place a 500 g (1.1 lb) sample of sieved pellets or crumbles in the tumbling box device. After tumbling for 10 min, the sample will be removed, sieved, and the percent of whole pellets or crumbles calculated. Pellet and crumbles durability will be defined as:

$$\text{Durability} = \frac{\text{mass of pellets or crumbles after tumbling}}{\text{mass of pellets crumbles before tumbling}} \times 100\%$$

Normally pellets will be tested immediately after cooling. When the

Table 1 ± Example and suggested work sheet*

Sample number	Mass classes of cubes					Size-distribution index	Durability rating
	50±40g	40±30g	30±20g	20±10g	10±0g		
1	92	-	-	-	8	368	92
2	40	48	-	-	12	304	88
3	8	47	15	10	20	213	80
4	-	40	20	18	22	178	78

*

Example assumes original average weight per cube is 50 g.

NOTE: Cubes formed by extrusion may hang together in clusters of 2 or 3. These cubes should be separated at their cleavage planes into reasonable lengths. Each resulting unit should be treated as an individual cube.

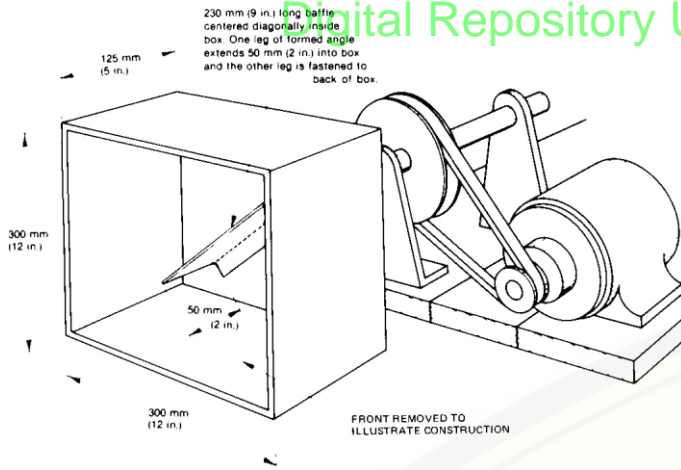


Figure 2 ± Durability tester for pellets and crumbles

temperature of the pellets falls within 65 °C (10 °F) of ambient, they are considered cool. If tested at a later time, the time, in hours after cooling, will be indicated as a subscript of the durability. For example, if the pellet durability tested 95 after a 4 h delay from the time of cooling, then the results will be expressed as (95)₄. If pellets are tested before cooling, there will be a significant weight loss caused by water vaporization, and the apparent durability will be decreased by this loss of water vapor. The loss of water vapor must be determined by making moisture content determinations before and after tumbling and compensating the total mass accordingly. When this procedure is followed, the durability would be expressed as (95)₂₁.

6 Moisture content

6.1 Samples. Moisture content shall be determined in accordance with procedures of ASAE Standard S358, Moisture Measurement Forages. The time of sampling relative to formation of cubes, pellets, or crumbles should be specified.

Table 2 ± Screen sizes for pellet and crumbles durability tests

Diameter of pellets or crumbles		Required screen size ²		
mm	in.	Size	mm	in.
	All crumbles	No. 12	1.7	0.066
	pellets			
2.4	0.094	No. 10	2.0	0.079
3.2	0.125	No. 7	2.8	0.111
3.6	0.141	No. 6	3.4	0.132
4.0	0.156	No. 6	3.4	0.132
4.8	0.188	No. 5	4.0	0.157
5.2	0.203	No. 4	4.8	0.187
6.4	0.250	No. 3 1/2	5.7	0.223
7.9	0.313	0.265	6.7	0.265
9.5	0.375	5/16	7.9	0.313
12.7	0.500	7/16	11.1	0.438
15.9	0.625	0.530	13.5	0.530
19.0	0.750	5/8	15.9	0.625
22.2	0.875	3/4	19.0	0.750
25.4	1.00	7/8	22.2	0.875

² ASTM Standard E11-87, Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes.

6.2 To speed up the drying time, cubes and pellets may be broken into small chunks making certain no losses are lost in this operation.

6.3 Moisture content will be expressed on a wet basis.

Cited Standards:

ASAE S358, Moisture Measurements Forages
 ASTM E11-87, Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes



Standard Test Method of Drop Shatter Test for Coal¹

This standard is issued under the fixed designation D 440; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ε) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This test method of drop shatter test² covers the determination of the relative size stability and its complement, the friability, of sized coal. It affords a means of indicating the ability of coal to withstand breakage when subjected to handling at the mine and during transit to the consumer. The test method is serviceable for ascertaining the similarity of coals in respect to size stability and friability rather than for determining values within narrow limits in order to emphasize their dissimilarity. This test method is considered applicable for testing a selected single size of different coals, for testing different single sizes of the same coal, and for mixed sizes of the same or different coals.

NOTE 1 By single sizes is meant those with fixed upper and lower sieve opening limits, selected from those designated in 4.2; and by mixed sizes is meant either "slack" or a mixture of two or more single sizes.

1.2 This test method appears best suited for measuring the relative resistance to breakage of the larger sizes of coal when handled in thin layers such as from loader to mine car, from loading boom to railroad car, from shovel to chute, etc. While it may not be so well adapted for measuring the liability to breakage of coal when handled in mass, as in unloading open-bottom cars, emptying bins, etc., it is believed that the test method will serve also to indicate the relative size stability of composite sizes of coal where, in commercial handling, the smaller sized pieces have a cushioning effect which tends to lessen the breakage of the larger pieces of coal.

1.3 The values stated in inch-pound units shall be regarded as the standard. Mass may be expressed in metric values.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D05 on Coal and Coke and is the direct responsibility of Subcommittee D05.07 on Physical Characteristics of Coal.

Current edition approved Sept. 26, 1986. Published November 1986. Originally published as D 440 ± 37 T. Last previous edition D 440 ± 86 (1994)^{ε1}.

² For information concerning the development and utilization of this drop shatter test method for coal the following references may be consulted:

Smith, C. M., "An Investigation of the Friability of Different Coals," University of Illinois, Engineering Experiment Station, *Bulletin No. 196* UIBBA (1929); "The Friability of Illinois Coals," University of Illinois, Engineering Experiment Station, *Bulletin No. 218* UIBBA (1930).

Yancey, H. F., and Zane, R. E., "Comparison of Methods for Determining the Friability of Coal," U.S. Bureau of Mines, *Report of Investigations 3215* (1933).

Gilmore, R. E., Nicolls, J. H. H., and Connell, G. P., "Coal Friability Tests," Canadian Department of Mines, Mines Branch, *No. 762* (1935).

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

D 410 Method of Sieve Analysis of Coal³

D 3038 Test Method for Drop Shatter Test for Coke⁴

E 11 Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes⁵

E 323 Specification for Perforated-Plate Sieves for Testing Purposes⁵

3. Significance and Use

3.1 The values determined in this test method, when evaluated in terms of pertinent experience with other coals, may be used as indications of the extent to which coal will break in conventional transit and handling beyond the point of sampling.

4. Apparatus

4.1 *Shatter Test Machine*, which is the same as that described and illustrated in Test Method D 3038, shall consist of a box 18 in. (457 mm) in width, 28 in. (711 mm) in length, and approximately 15 in. (381 mm) in depth, supported above a rigidly mounted cast iron or steel plate not less than 1/2 in. (12.7 mm) in thickness, 38 in. (965 mm) in width, and 48 in. (1219 mm) in length. The inside of the bottom of the box shall be 6 ft (1.83 m) above the plate. The bottom of the box shall consist of two doors hinged lengthwise and latched so that they will swing open freely and not impede the fall of the coal. Boards about 8 in. (200 mm) in height should be placed around the plate so that no coal is lost. To prevent the breakage of coal, which may occur while placing the sample into the box, the box shall be constructed so that it can be lowered to a

³ Discontinued; see *1988 Annual Book of ASTM Standards*, Vol 05.05.

⁴ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 05.06.

⁵ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 14.02.



convenient level; this is best done by means of a pulley and counterweight. A convenient form of shatter test machine is shown in Fig. 1.

4.2 Sieves—Round-hole sieves selected from the followingsizes, 8, 6, 4, 3, 2, 1¹/₂, 1, 3³/₄, 1¹/₂, 1¹/₄, and 1¹/₈ in., shall be used. These sieves shall conform to Specification E 11 or Specification E 323. Frames for the sieves may be of either hardwood or metal, and may be square, rectangular, or circular. A nest comprising all the sieves in the series, with 2-ft (610-mm) square plates, that is, of 4-ft² (0.37-m²) area, is recommended, although plates with areas of 6 to 9 ft² (0.56 to 0.84 m²), are suitable.

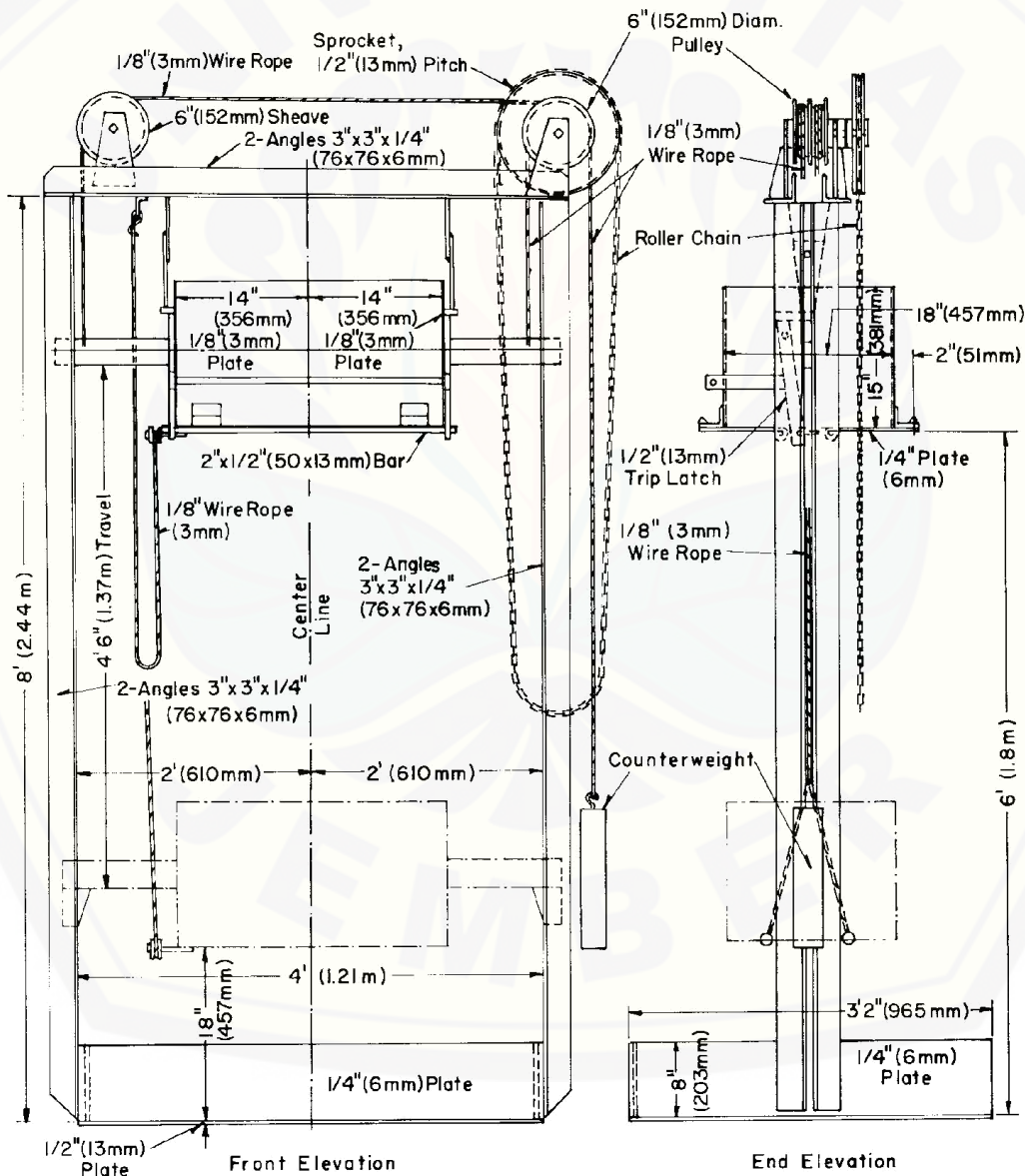
5. Samples

5.1 Collection of Gross Sample—Collect the gross sample in accordance with Sections 5 thru 7 of Method D 410. In order

that the entire quantity of the coal sampled will be represented proportionately in the gross sample, collect increments regularly and systematically. When testing coal as mined, take the sample at the mine before it is subjected to screening and to loading into cars at the tippel. When testing coals subsequent to mining, the sample may be taken at any stage in the transportation from the mine to the place at which it is to be used. For the correct interpretation of the shatter test results, note the elapsed time since mining as well as a record of the handling and storage of the coal.

5.2 Preparation of Laboratory Sample:

5.2.1 Using the sieves designated in 4.2, make a preliminary sieving of a representative portion or all of the gross sample and retain the sieved sizes separately. Sieve successive representative portions of the gross sample to obtain at least 200 lb (90 kg) of the single size selected for test. While the size or



NOTE 1 1/16 in. = 25.4 mm

FIG. 1 Shatter Test Machine



sizes to be selected for test are optional in this method, one or more of the sizes larger than 2 to 3 in. (50 to 75 mm) are suggested with preference for the 4 to 6-in. (100 to 150-mm) size (Note 2). In cases where difficulty is experienced in sieving this quantity, the amount obtained by the preliminary sieving may be augmented from larger pieces by dropping them in the shatter test apparatus. This procedure for obtaining from larger pieces an adequate quantity of a particular size selected for test is especially applicable to freshly mined coal.

NOTE 2D In the 1937 edition of this test method, the 2 to 3-in. (50 to 75-mm) single size was recommended as standard for testing.

5.2.2 Thoroughly mix the total quantity of the single size selected for test obtained as described in 5.2.1 and then resieve it to pass the upper limiting sieve opening and to be retained on the lower. Place only a thin layer of coal on the sieve so as to allow the pieces to be in direct contact with the sieve openings. Try individual pieces of coal not passing readily through either of the screens by hand to determine whether they will pass through the openings in any position without forcing.

5.2.3 For slack coals and mixed sizes, carefully prepare the sample either by the process of quartering or by reassembling the different sizes in the proportion obtained in the preliminary sieving of the lot of coal to be tested. For slack coals in which the largest pieces will not be retained on a sieve with 3/4-in. (19-mm) openings, quartering is satisfactory; while for larger sized slack coals and for blends of two or more single sizes, the reassembling method is recommended. Before dropping, sieve the samples prepared by quartering on the same set of sieves selected for the dropped coal.

6. Procedure

6.1 Give a 50-lb (23-kg) portion of the coal sample, prepared in accordance with Section 5, two drops. Place the coal into the box of the shatter test machine, level it, and then drop it a distance of 6 ft (1.8 m) onto the plate. Carefully return all the coal on the plate to the box and again drop it. After the second drop, separate the material into sized portions using the

sieves specified in 4.2. In sieving, care shall be taken to prevent further breakage of the coal. The sieving shall be carried out in such small increments as to permit satisfactory contact between the individual pieces of coal and the sieve. On the larger sieves, down to and including the sieve with 1-in. (25.0-mm) openings individual pieces of coal not readily passing through the sieves shall be tried by hand to determine whether they will pass through the openings in any position without forcing. When using the sieves with 3/4-in. (19.0-mm) openings and smaller, the coal shall come into intimate contact with the sieve either by shaking or rolling by hand without upending the individual pieces.

6.2 Weigh the coal remaining on each sieve, and that which passes through the bottom sieve either separately or in a cumulative manner on a scale sensitive to 1/4 lb (100 g) or less. By the cumulative method, weigh the largest pieces into a tared container and add each successive smaller size to this. Weigh the total amount after each addition.

6.2.1 If the final net weight so obtained shows a loss of over 1 %, reject the test and make another. In each case where the loss is less than 1%, it shall be considered as material passing the 1/2 in. (12.5 mm) or other bottom sieve used, and shall be included with this size.

6.2.2 Make at least two tests to obtain size stability results agreeing within 2 %. When three or more tests are considered advisable and are made, all the results within a maximum to minimum limit of 3 % may be averaged.

7. Calculation

7.1 Determine the weight percents of the material prior to and again after the test. Calculate to the nearest 0.1 % (See 6.2.1 for rejection criteria and the method for handling material loss).

7.2 Multiply the appropriate weight percents by their respective average sieve size openings (See Table 1).

7.2.1 The sum of these products before testing is designated as S. The sum of these products after testing is designated as s.

TABLE 1 General Form for Reporting Data and Calculations

Round-Hole Sieves, in. (mm)		Weight, %		Average of Sieve Openings, in.	Product of Weight Percentage and of Avg. Sieve Openings	
Retained on	Passing	Before Test	After Test		Before Test	After Test
8 (...)						
6 (...)	8 (...)	...	...	7.000	...	...
4 (100)	6 (...)	...	...	5.000	...	...
3 (75)	4 (100)	...	...	3.500	...	...
2 (50)	3 (75)	...	...	2.500	...	...
1 1/2 (37.5)	2 (50)	...	...	1.750	...	...
1 (25.0)	1 1/2 (37.5)	...	...	1.250	...	...
3/4 (19.0)	1 (25.0)	...	...	0.875	...	...
1/2 (12.5)	3/4 (19.0)	...	...	0.625	...	...
1/4 (6.3)	1/2 (12.5)	...	...	0.375	...	...
1/8 (3.35)	1/4 (6.3)	...	...	0.185	...	...
	1/8 (3.35)	...	...	0.060	...	...
	Total passing 3/8 (9.5)	...	...	0.185	...	...
	Total passing 1/4 (6.3)	...	...	0.125	...	...
Average size of coal before and after test (two drops), in.					Total, S	Total, s
Size stability, % = (100 Ss)/S = .....					...	...

(Friability, % = 100 - size stability)



7.3 The size stability is calculated as a percent by dividing s by S and multiplying by 100 % (See Table 1). The friability is expressed as 100 % minus the size stability, that is, the size stability and the friability sum to 100 %.

7.3.1 Calculate the size stability and the friability to the nearest 0.5 %.

8. Report

8.1 Report the percentage weight sieve analysis to the nearest 0.1 %, and the percentage size stability to the nearest 0.5 % (See 6.2.2).

8.2 Numerical examples of tabulating the results and of calculating the size stability in percent and the friability in percent are shown in Table 1 and Table 2. The form shown in Table 1 is general and serviceable for both single and mixed sizes. The form in Table 2, in which the example shown is for

a 4 to 6-in. (100 to 150-mm) size, is serviceable for other single sizes. The sieve with $1\frac{1}{2}$ -in. openings is suggested as the bottom sieve for testing single sizes, 2 to 3 in. (50 to 75 mm) and larger. For smaller single sizes, slack coals, and mixed sizes containing slack, two additional (bottom) sieves, with $1\frac{1}{4}$ and $1\frac{3}{8}$ -in. (6.3 and 3.35-mm) openings, are recommended.

9. Precision and Bias

9.1 Data for repeatability and reproducibility do not exist but are being determined.

9.2 This is an empirical test method and no statement of bias is possible.

10. Keywords

10.1 breakage; coal; coal handling; drop shatter; friability; size stability

TABLE 2 Form and Example for Reporting Data and Calculations for a Selected Single Size

Round-Hole Sieves, in. (mm)		Weight Re- corded, lb (kg)	Weight, % (1)	Average of Sieve Openings		Product of (1) 3 (2)
Retained on	Passing			Inches	Normalizing Factor (2)	
SAMPLE						
4 (100)	6 (...)	50 (22.7)	100.0	5.000	1	100.00 = S
DROPPED COAL						
4 (100)	6 (...)	24 ¹ / ₄ (11.0)	48.5	5.000	1	48.500
3 (75)	4 (100)	7 ¹ / ₂ (3.2)	15.0	3.500	0.7	10.500
2 (50)	3 (75)	6 ¹ / ₂ (2.9)	13.0	2.500	0.5	6.500
1 ¹ / ₂ (38.1)	2 (50)	3 (1.4)	6.0	1.750	0.35	2.100
1 (25.0)	1 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂ (1.1)	5.0	1.250	0.25	1.250
³ / ₄ (19.0)	1 (25.0)	1 ¹ / ₂ (0.7)	3.0	0.875	0.175	0.525
¹ / ₂ (12.5)	³ / ₄ (19.0)	1 ¹ / ₂ (0.7)	3.0	0.625	0.125	0.375
	¹ / ₂ (12.5)	3 ¹ / ₄ (1.5)	6.5	0.250	0.05	0.325
Total (Sum of products (1) 3 (2) for dropped coal)						70.075 = s
Size stability, % = (100 3s)/S = (100 3s)/100 = s = 70.1						
To be reported as: Size Stability, 70 %						
(Friability, % = 100 - 70 = 30)						

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every 5 years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).