EFEK PENEKANAN DAN PEMANASAN PADA PROSES PEMBRIKETAN BIOMASSA HASIL TOREFAKSI TERHADAP KUALITAS BRIKET

Ahmad Alghozali Hasan¹, Amrul¹, M. Irsyad¹

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947
email : alghozali.aveiro@gmail.com

Abstract

Torefaction is one method of utilizing biomass waste into fuel through a thermal process that takes place at atmospheric pressure with a temperature range of 200-350 °C to a solid quality fuel equivalent to sub-bituminous coal. Densification aims to increase biomass mass density. The combination of densification and torrefaction is an attractive process option to get high quality briquette and pellet fuel. Making briquettes with the hot pressing method is able to eliminate the adhesive material so that the process of making briquettes is faster, direct briquettes can be used without a drying process and are able to maintain the calorific value of raw materials. The purpose of this study is to examine the effect of suppression and heating on the briquetting process of torrefaction results on the quality of briquettes based on the physical properties of the drop test, water resistance, combustion temperature and length of combustion. The best quality briquettes found were 8 tons of briquettes with a temperature of 150 °C, where the briquette drop test did not lose much material. In water resistance testing, the water absorbed in 8 ton briquettes with temperature of 150 °C is quite low, and when testing the combustion of briquettes is also quite good.

Keywords : *Torefaction, densification, briquettes, drop test, water resistant, combustion.*

PENDAHULUAN

Torefaksi berlangsung pada tekanan atmosfer dengan rentang temperatur 200-350 °C [1]. Penelitian mengenai torefaksi sebelumnya telah dilakukan dengan memvariasikan temperatur 225 °C, 250 °C, 275 °C, 300 °C dan 325 °C dan dilakukan dengan massa umpan biomassa 1 kg dengan waktu tinggal 30 menit dan waktu pendinginan 5 menit, maka didapat hasil bahwa proses torefaksi biomassa sampah dapat menghasilkan bahan bakar padat dengan nilai kalor tertinggi sebesar 5425 kcal/kg, setara dengan batu bara Sub-bituminous B, yang diperoleh pada temperatur operasional 275 °C [2]. Salah satu cara untuk melanjutkan penelitian produk hasil torefaksi yang telah dilakukan, adalah dengan melakukan proses densifikasi biomassa menjadi briket.

Densifikasi bertujuan untuk meningkatkan densitas massa biomassa. Sedangkan torrefaksi

digunakan untuk meningkatkan densitas energi biomassa. Kombinasi densifikasi dan torrefaksi menjadi pilihan proses yang cukup atraktif untuk mendapatkan bahan bakar briket dan pellet kualitas tinggi [3]. Briket adalah sebuah blok bahan yang dapat dibakar yang umum digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batu bara, briket arang, briket gambut dan juga briket biomassa.

Pembriketan mengenai pengaruh variasi temperatur cetakan terhadap karakteristik briket kayu sengon pada tekanan kompaksi 5000 Psig didapat hasil briket terbaik berada pada variasi temperatur cetakan 120 °C, karena pada suhu ini lignin dapat mengikat partikel briket dengan baik. Pembuatan briket dengan metode cetak panas mampu untuk meniadakan bahan perekat sehingga proses pembuatan briket lebih cepat, briket langsung dapat

digunakan tanpa proses pengeringan dan mampu mempertahankan nilai kalor bahan baku [4].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Termodinamika dan Laboratorium Produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Tahap awal penelitian ini dimulai dengan studi literatur mengenai mengenai biomassa, torefaksi, briket, dan sistem pemanas yang akan dipasang pada briket. Penelitian ini terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan baku yaitu limbah biomassa campuran dan juga persiapan alat pencetakan menggunakan mesin *press* hidrolik. Setelah itu menghaluskan bahan baku memakai blender dan juga dilakukan pengayakan dengan 100 *mesh*.

Untuk briket terdapat dua jenis biomassa yang digunakan yaitu biomassa torefaksi dan biomassa non torefaksi. Penelitian pada briket ini dilakukan dengan memvariasi tekanan pada mesin hidrolik tekan dan variasi temperature menggunakan pemanas yang diatur oleh *thermostat controller*.

Setelah briket dibuat, maka dilakukan pengujian *drop test*, ketahanan terhadap air dan pengujian pembakaran pada masing-masing briket yang telah dibuat. Berikut pengujian metode pengujian briket:

1. Pengujian Drop Test

Pengujian *drop test* menggunakan metode ASTM D 440-86 R02.

$$\text{Shatter Index (\%)} = (A-B)/A \times 100 \%$$

Keterangan:

A = Berat briket sebelum dijatuhkan (gram)

B = Berat briket setelah dijatuhkan (gram)

Mula-mula spesimen ditimbang menggunakan timbangan untuk menentukan berat awal, kemudian briket dijatuhkan pada ketinggian 1,8 meter dengan permukaan landasan harus rata dan halus. Setelah dijatuhkan, spesimen ditimbang ulang untuk mengetahui berat

yang hilang dari briket. Setelah mengetahui seberapa prosentase yang hilang. Kita dapat mengetahui kekuatan spesimen terhadap benturan. Apabila partikel yang hilang terlalu banyak, berarti spesimen yang dibuat tidak tahan terhadap benturan.

2. Uji ketahanan terhadap air

Pengujian ketahanan terhadap air (*water resistant*) dilakukan dengan mengadopsi prosedur penelitian yang telah dilakukan oleh Ricards, S.R (1989) [5]. Prosedur pengujiannya yaitu:

- Menimbang masa awal briket.
- Merendam briket didalam air selama 30 menit.
- Menimbang masa akhir briket setelah 30 menit.
- Mencatat perubahan masa briket

Perhitungan indeks ketahanan air (*water resistant index*) briket dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{WRI} = 100 \% - \% \text{penyerapan} \dots \dots (1)$$

$$\% \text{penyerapan} = \frac{m_b - m_a}{m_a} \times 100\% \dots (2)$$

Dimana:

m_b : masa akhir briket setelah direndam 30 menit (kg)

m_a : masa awal briket sebelum direndam (kg)

3. Pengujian Pembakaran

Sebelum briket dibakar, perlakuan yang diberikan terlebih dahulu dengan menyalakan api dengan sampah kering, lalu briket dibakar dengan api yang sudah dinyalakan sampai briket terbakar serta terdapat nyala api. Kemudian, saat pembakaran terjadi, hitung dan catat waktu pembakaran sampai briket terbakar habis serta temperatur yang dicapai saat terbakar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pembuatan Briket

Berikut ini hasil pembuatan briket dengan menggunakan mesin hidrolik tekan:

Gambar 1. Briket hasil pembuatan dengan menggunakan mesin hidrolik

Pada briket ini terdapat briket hasil torefaksi dan non torefaksi masing-masing terdapat sembilan sampel. Pada briket yang melalui proses torefaksi maupun tidak torefaksi, pembriketan dilakukan variasi pada tekanan 2 ton, 5 ton dan juga 8 ton. Selain itu, dilakukan juga variasi temperatur yang diatur pada thermostat dengan variasi 100 °C, 150 °C, dan 200 °C. Untuk bahan baku hasil torefaksi, diberikan kode A untuk 100 °C, kode B untuk 150 °C, dan kode C untuk 200 °C. Sedangkan untuk bahan baku non torefaksi, diberikan kode X untuk 100 °C, kode Y untuk 150 °C, dan kode Z untuk 200 °C.

B. Hasil Pengujian

Hasil pengujian briket tertorefaksi dan non torefaksi adalah sebagai berikut:

1. Pengujian *Drop Test* Torefaksi

Pada pengujian *drop test* bahan torefaksi didapat data pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian *Drop Test*

No. Sample	Massa Sebelum dijatuhkan (g)	Massa Sesudah dijatuhkan (g)	Drop Test (%)
2A	15,2	14,7	6%
5A	14	13,8	1%
8A	14,1	14	1%
2B	14,6	13,5	8%
5B	13	12,8	2%
8B	14	14	0%

2C	14,4	14,2	1%
5C	14,4	14,3	1%
8C	14	13,9	1%

Pada pengujian *drop test* ini dapat dibuat grafik pengujian *drop test* sebagai berikut:

Gambar 2. Grafik *Drop Test*

2. Pengujian *Drop Test* Non-Torefaksi

Pada pengujian *drop test* bahan non-torefaksi didapat data pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian *Drop Test* bahan non torefaksi

No. Sample	Massa Sebelum dijatuhkan (g)	Massa Sesudah dijatuhkan (g)	Drop Test (%)
2X	15,3	15,2	1%
5X	14,1	14	1%
8X	10,1	10	1%
2Y	15,2	15,1	1%
5Y	12,3	12,3	0%
8Y	8,3	8,3	0%
2Z	13,6	13,4	1%
5Z	11,5	11,4	1%
8Z	2,6	2,6	0%

Pada pengujian *drop test* ini dapat dibuat grafik pengujian *drop test* sebagai berikut:

Gambar 3. Grafik *drop test* bahan non torefaksi

Pengujian *drop test* dimaksudkan guna mengetahui seberapa besar briket saat terkena benturan sehingga berguna saat proses pengemasan, pendistribusian dan penyimpanan. Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa briket tertorefaksi yang paling kuat adalah briket pada tekanan 8 ton dengan temperatur 150 °C, dimana komponen yang terbuang sebesar 0 % atau tidak ada komponen yang terbuang. Berikut Gambar 4 hasil pengujian drop test pada briket 8B:

Gambar 4. Hasil *drop test* briket 8B

Dari hasil yang didapat mengenai data perhitungan *shatter index* menunjukkan bahwa briket yang ditekan dengan tekanan tinggi membuat ikatan antar partikel pada briket semakin kuat dan mengakibatkan briket semakin baik kualitasnya.

3. Pengujian ketahanan terhadap air torefaksi bahan torefaksi

Pada pengujian ketahanan terhadap air bahan torefaksi didapat data pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian ketahanan terhadap air bahan torefaksi

No. Sample	Massa Sebelum direndam (g)	Massa Sesudah direndam (g)	Ketahanan Terhadap Air (%)
2A	15,2	16,4	8%
5A	14	14,6	4%
8A	14,1	14,5	3%
2B	14,6	11,6	-
5B	13	13,3	2%
8B	14	14,3	2%
2C	14,5	15,2	5%
5C	14,4	15	4%
8C	14	14,5	4%

Pada pengujian ketahanan terhadap air ini dapat dibuat grafik sebagai berikut:

Gambar 5. Grafik Pengujian Ketahanan Air

4. Pengujian ketahanan terhadap air torefaksi bahan non-torefaksi

Pada pengujian ketahanan terhadap air bahan non-torefaksi didapat data pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Pengujian ketahanan terhadap air bahan non-torefaksi

No. Sample	Massa Sebelum dijatuhkan (g)	Massa Sesudah dijatuhkan (g)	Drop Test (%)
2X	15,2	17	12%

5X	14	18,6	33%
8X	10	14,5	45%
2Y	15,1	25,3	68%
5Y	12,3	17,7	44%
8Y	8,3	2,8	-
2Z	13,4	28,5	113%
5Z	11,4	18,5	62%
8Z	2,6	2,6	0%

Pada pengujian ketahanan terhadap air ini dapat dibuat grafik pengujian sebagai berikut:

Gambar 6. Grafik uji ketahanan air bahan non torefaksi

Pengujian ketahanan terhadap air bertujuan mengukur tingkat daya serap briket terhadap air, briket biomassa yang memiliki sifat ketahanan air yang baik adalah briket yang memiliki nilai daya serap air kecil. Pada tabel pengujian ketahanan terhadap air menunjukan bahwa briket ini memiliki ketahanan terhadap air yang cukup baik. Briket yang paling baik dalam ketahanan terhadap air adalah briket 8B, briket dengan biomassa hasil torefaksi pada penekanan 8 ton dan temperatur 150 °C. Lalu briket yang paling tidak tahan terhadap air adalah briket 2A, briket yang ditekan pada tekanan 2 ton dan temperatur 100 °C.

Pada saat pengujian, briket yang tidak memiliki ketahanan terhadap air yang baik terlihat pada briket tekanan yang rendah, briket langsung mengembang dan tidak lama kemudian tercampur dengan air. Hal ini terjadi karena porositas atau kerapatan dari briket yang mempengaruhi air dapat masuk melalui celah-celah yang terdapat pada briket.

Penekanan yang tinggi mempengaruhi kerapatan dan porositas pada briket, karena oksigen dalam celah-celah briket dapat dihilangkan pada tekanan tinggi, dan secara kasat mata dapat terlihat dari tinggi briket pada tekanan tinggi lebih rendah daripada briket yang tekanan rendah. Berdasarkan metode perhitungan indeks ketahanan air, briket yang baik memiliki nilai indeks ketahanan air (WRI) lebih dari 93 %. Dan bila mengacu pada metode tersebut maka briket biomassa hasil torefaksi dapat dikatakan memiliki ketahanan terhadap air.

Berikut gambar hasil pengujian ketahanan terhadap air:

Gambar 7. Hasil pengujian ketahanan air

5. Pengujian lama pembakaran bahan torefaksi

Pada pengujian lama pembakaran bahan torefaksi didapat data pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Pengujian lama pembakaran bahan torefaksi

No. Sample	Massa Briket (g)	Densitas Briket (ρ) g/cm ³	Lama Pembakaran (menit)
2A	15,2	0,81	28:40
5A	14	1,01	30:59
8A	14,1	1,11	31:47
2B	14,6	0,79	37:20
5B	13	0,94	37:01
8B	14	1,11	38:38
2C	14,5	0,88	39:24
5C	14,4	1,06	41:33
8C	14	1,11	42:27

Pada pengujian lama pembakaran ini dapat dibuat grafik sebagai berikut:

Gambar 8. Grafik lama pembakaran

6. Pengujian lama pembakaran bahan non-torefaksi

Pada pengujian lama pembakaran bahan non-torefaksi didapat data pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Pengujian lama pembakaran bahan non-torefaksi

No. Sample	Massa Briket (g)	Densitas Briket (ρ) g/cm ³	Lama Pembakaran (menit)
2X	15,2	0,95	23:56
5X	14	1,06	25:18
8X	10	0,85	29:12
2Y	15,1	0,96	28:84
5Y	12,3	1,03	26:07
8Y	8,3	0,88	29:20
2Z	13,4	1,03	27:26
5Z	11,4	0,97	25:55
8Z	2,6	1,00	11:12

Pada pengujian lama pembakaran bahan non-torefaksi ini dapat dibuat grafik pengujian sebagai berikut:

Gambar 9. Grafik lama pembakaran bahan non-torefaksi

7. Pengujian temperatur pembakaran bahan torefaksi

Pada pengujian temperatur pembakaran bahan torefaksi didapat data pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Pengujian temperatur pembakaran bahan torefaksi

No. Sample	Massa Briket (g)	Densitas Briket (ρ) g/cm ³	Temperatur Pembakaran (°C)
2A	15,2	0,81	355
5A	14	1,01	375
8A	14,1	1,11	431
2B	14,6	0,79	358
5B	13	0,94	410
8B	14	1,11	433
2C	14,5	0,88	399
5C	14,4	1,06	386
8C	14	1,11	414

Pada pengujian lama pembakaran ini dapat dibuat grafik sebagai berikut:

Gambar 10. Grafik temperatur pembakaran

8. Pengujian temperatur pembakaran bahan non-torefaksi

Pada pengujian temperatur pembakaran bahan non-torefaksi didapat data pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Pengujian temperatur pembakaran bahan non-torefaksi

No. Sample	Massa Briket (g)	Densitas Briket (ρ) g/cm ³	Temperatur Pembakaran (°C)
2X	15,2	0,95	298
5X	14	1,06	329
8X	10	0,85	341
2Y	15,1	0,96	271
5Y	12,3	1,03	333
8Y	8,3	0,88	324
2Z	13,4	1,03	361
5Z	11,4	0,97	401
8Z	2,6	1,00	247

Pada pengujian temperatur pembakaran bahan non-torefaksi ini dapat dibuat grafik pengujian sebagai berikut:

Gambar 11. Grafik temperatur pembakaran bahan non torefaksi

Pada tabel diatas data diketahui bahwa briket yang paling lama pembakaran nya ialah briket 8C, briket dengan biomassa hasil torefaksi yang ditekan pada tekanan 8 ton dan temperatur 200 °C. Lalu briket yang paling cepat pembakaran nya ialah briket 2A, briket dengan biomassa hasil torefaksi yang ditekan pada tekanan 2 ton dan temperatur 100 °C. Pada grafik diatas menunjukkan pengaruh tekanan pembriketan dan temperatur pembriketan mengakibatkan lama pembakaran semakin lama, semakin tinggi tekanan dan temperatur maka briket semakin padat dan pembakaran semakin lama. Variasi tekanan pencetakan sangat berpengaruh terhadap nilai laju pembakaran briket, semakin besar

tekanan pencetakan mengakibatkan semakin rendah laju pembakarannya. Dan sebaliknya, semakin rendah tekanan pencetakan maka semakin tinggi laju pembakarannya. Hal ini dikarenakan dengan tekanan yang besar akan memperkecil ruang udara di dalam briket dan pori-pori juga ikut mengecil [5].

Namun, untuk temperatur pembakaran saat dilakukan pengujian, briket yang memiliki temperatur paling tinggi adalah briket 8B, bukan briket 8C. Pada tabel yang terlihat, briket 8C juga memiliki temperatur pengujian briket yang cukup tinggi pula. Hal ini dapat terjadi karena tekanan pembriketan juga turut andil dalam meningkatkan temperatur maksimal pembakaran briket, semakin tinggi tekanan briket maka temperatur pembakaran maksimal briket juga akan meningkat [6].

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik sifat fisik melalui pengujian drop test didapat hasil pengujian briket 8 ton bertemperatur 150 °C yang paling baik, karena tidak kehilangan materialnya saat dijatuhkan.
2. Pada pengujian ketahanan terhadap air, briket 8 ton bertemperatur 150 °C memiliki ketahanan terhadap air yang paling baik yaitu terserap 2 %.
3. Pengujian pembakaran yang meliputi lama waktu pembakaran didapat hasil briket 8 ton bertemperatur 200 °C paling lama terbakar habis selama 42 menit 27 detik, sementara untuk temperatur pembakaran, briket 8 ton bertemperatur 150 °C memiliki nilai temperatur paling tinggi yaitu 433 °C.
4. Bahan limbah biomassa campuran yang telah ditorefaksi memiliki kualitas yang lebih baik dari bahan baku non-torefaksi.
5. Briket yang memiliki kualitas yang paling baik pada penelitian ini adalah briket 8 ton bertemperatur 150 °C , dimana pada pengujian *drop test* briket tidak banyak kehilangan materialnya. Pada saat pengujian ketahanan terhadap air pun, air yang terserap pada briket 8 ton

bertemperatur 150 °C cukup rendah, dan pada saat pengujian pembakaran briket ini juga cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bergman, P., C., A., 2005. *Combined Torrefaction and Pelletisation*, ECN Report, ECN-C-05-073.
- [2] Amrul, Amrizal, Agus A., dan Ika S., 2018. Experimental Study on Waste Biomass Torrefaction Using a Continuous Tubular Reactor. Prosiding SNTTM XVII, Hal. 304-309.
- [3] Syamsiro, M., 2017. Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa Dengan Proses Densifikasi Dan Torrefaksi. Jurnal Mekanika dan Sistem Termal, Vol. 1, Hal. 7-13.
- [4] Naim, Darul. 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 2, Hal 1-9.
- [5] Pambudi, F. K., Nuriana, W., dan Hantarum, 2017. *Pengaruh Tekanan Terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Laju Pembakaran Pada Biobriket Limbah Kayu Sengon*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VI 2018, Vol. 1, Hal. 547-554.
- [6] Nugraha, A., Widodo, A., dan Wahyudi, 2017. Pengaruh Tekanan Pembriketan dan Persentase Briket Campuran Gambut dan Arang Pelepah Daun Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.8, No.1 Tahun 2017: 29 – 36.