

UNJUK KERJA CAMPURAN BRIKET ARANG AMPAS TEBU DAN TEMPURUNG KELAPA

Budi Setiawan¹, Iman Syahrizal²

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas
Jl. Raya Sejangkung Kawasan Pendidikan Tinggi Sambas, Tumuk Manggis, Sambas,
Kalimantan Barat, Indonesia
Email : setiawanbudi5379@yahoo.com¹, syahrizal_iman@yahoo.co.id²

Abstrak

Kebutuhan dan konsumsi energi terus meningkat seiring dengan bertambahnya populasi dimuka bumi ini. Hal ini bertolak belakang dengan cadangan energi utama kita minyak bumi dan gas. Kedua bentuk energi tersebut semakin hari semakin berkurang. Maka bercermin dengan hal tersebutlah perlu dicari sebuah energi alternatif yang paling tidak dapat membantu ketergantungan kita terhadap sumber energi berupa minyak dan gas. Salah satu sumber energi tersebut adalah biomassa yang dibuat dalam bentuk briket arang. Briket arang dapat dibuat dari bermacam-macam bahan baku yang mengandung karbohidrat terutama selulosa, salah satunya adalah ampas tebu. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur unjuk kerja campuran briket arang ampas tebu dengan tempurung kelapa sebagai bahan bakar alternatif dalam bentuk briket arang. Penelitian ini dilakukan dengan 3 perlakuan campuran briket arang ampas tebu dan tempurung kelapa, 3 perlakuan komposisi perekat aci, dan perlakuan pengayakan 3 perlakuan perlakuan tingkat kekasaran. Data yang diamati dalam penelitian ini adalah lama proses pembakaran, temperatur pembakaran, dan unjuk kerja briket arang dalam mendidihkan air sebanyak 1 liter air dengan menggunakan kompor briket. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi perekat, tingkat kekasaran dan komposisi campuran antara arang ampas tebu dan arang tempurung memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kinerja briket. Kinerja terbaik dari briket didapatkan pada perlakuan komposisi perekat aci 20%, tingkat kekasaran *wire mesh* 60, dan komposisi campuran antara arang tempurung kelapa dan ampas tebu adalah sebesar 50%, dengan lama selama 128 menit, temperatur pembakaran sebesar 179°C dan kemampuan mendidih air selama 5 menit.

Kata Kunci: Ampas tebu, Briket arang, Kinerja, Tempurung kelapa

PENDAHULUAN

Kebutuhan dan konsumsi energi terus meningkat seiring dengan bertambahnya populasi dimuka bumi ini. Hal ini bertolak belakang dengan cadangan energi utama kita minyak bumi dan gas. Kedua bentuk energi tersebut semakin hari semakin berkurang. Maka bercermin dengan hal tersebutlah perlu dicari sebuah energi alternatif yang paling tidak dapat membantu ketergantungan kita terhadap sumber energi berupa minyak dan gas. Bentuk-bentuk energi alternatif pun sekarang telah banyak yang telah diteliti dan dikembangkan, baik itu bersumber dari tenaga matahari, panas bumi, angin, nuklir maupun biomassa.

Biomassa meliputi sejumlah besar material dari suatu lingkungan yang sangat heterogen. Kita dapat menyatakan bahwa segala sesuatu yang mempunyai kandungan organik adalah biomassa. Biomassa dapat dengan mudah ditemui disekitar kita, contohnya adalah limbah pertanian, baik itu berupa jerami padi, sekam, ampas tebu, batok kelapa, tandan kosong kelapa sawit dan pelepah sawit. Briket adalah sebuah bentuk energi alternatif yang sedang berkembang pada saat ini dan bersumber dari biomassa yang mengandung karbohidrat terutama selulosa [1]. Bahan bakar briket dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya adalah biaya lebih

murah, ringan, diperoleh dengan mudah, memiliki nilai ekonomis, dan lain sebagainya [5].

Salah satu limbah pertanian yang banyak terdapat disekitar kita adalah ampas tebu. Pemanfaatan ampas tebu saat ini telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang meskipun belum optimal. Misalnya seperti sebagai bahan baku untuk pembuatan kompos, tanah penimbun (*landfilling*), atau untuk desian produk perlengkapan rumah [7]. Pemanfaatan ampas tebu sebagai energi alternatif belum banyak dilakukan di masyarakat. Hal ini disebabkan karena limbah tersebut mempunyai kadar air yang tinggi, kotor, dan berasap sehingga kurang efisien dan tidak praktis. Namun apabila limbah pertanian ini tidak dimanfaatkan maka dikhawatirkan akan mengakibatkan terjadinya pencemaran pada lingkungan [3]. Salah satu pemanfaatan limbah ampas tebu tersebut adalah dengan menjadikannya sebagai bahan bakar dalam bentuk briket karena ia mengandung karbohidrat. Pembuatan briket dari ampas tebu merupakan usaha untuk memperoleh kandungan karbon yang tinggi dan baik digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Perubahan wujud suatu material dari wujud asli menjadi briket arang atau *briquetting* merupakan cara mendapatkan bentuk dan ukuran yang dikehendaki agar dipergunakan untuk keperluan tertentu [8].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur unjuk kerja campuran briket arang ampas tebu dengan tempurung kelapa sebagai bahan bakar alternatif. Sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai seberapa besar peluang pemanfaatan limbah ampas tebu untuk dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif.

TINJAUAN PUSTAKA

Briket Arang

Briket arang (superkarbon) adalah bahan bakar karbon dalam bentuk briket yang diproduksi dari limbah bahan organik maupun turunannya yang masih mengandung sejumlah energi. Limbah

tersebut diolah sedemikian rupa sehingga dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk keperluan rumah tangga maupun industri yang bersifat dapat diperbaharui [8].

Bahan baku briket arang dapat berasal dari semua bahan organik karena mengandung lignoselulosa yang merupakan polimer alami dengan berat molekul tinggi yang kaya energi [9]. Berdasarkan definisi tersebut, banyak pilihan peluang bisa ditempuh. Di setiap tempat diseluruh nusantara selalu dijumpai limbah organik sebagai hasil ikutan dari kegiatan industri dan pertanian. Misalnya, sekam padi, jerami, serbuk gergaji, eceng gondok, dedaunan, rerumputan, gambut, *cocodust*, serta sampah rumah tangga merupakan bahan baku sangat potensial untuk produksi briket arang.

Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan hasil sampingan dari proses pembuatan gula selain molase. Menurut penelitian yang telah dilakukan, ampas tebu mempunyai komposisi kimia sebagai berikut, yaitu kadar air 13,54 %, kadar abu 6,25 %, kadar serat kasar 56,64 %, kadar karbohidrat 3,42 %, kadar protein 2,48 %, kadar protein 2,48 %, kadar kalsium 0,72 % [2].

Bahan Perekat

Sifat alamiah bubuk arang cenderung saling memisah. Dengan bantuan bahan perekat atau lem, butir-butir arang dapat disatukan dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Penentuan jenis bahan perekat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket ketika dinyalakan dan dibakar. Terdapat beberapa perekat yang sering digunakan, yaitu perekat aci, perekat tanah liat, perekat getah karet, perekat getah pinus, dan perekat pabrik [6].

Lapisan Penyala Pada Briket

Briket arang sebaiknya diberi lapisan penyala sebelum digunakan. Tujuannya adalah untuk memudahkan penyalaan briket arang yang telah dikeringkan. Selain itu, penampilan briket

arang menjadi lebih menarik, lebih halus, lebih kuat, dan bebas dari gangguan jamur.

Jenis penyalanya yang biasa digunakan adalah sebagai berikut wax (lilin), getah pinus, spirtus, oli bekas, minyak sawit, dan minyak jarak.

Bahan penyalanya dapat meresap ke dalam briket arang melalui beberapa cara, diantaranya dengan metode penyemprotan, pencelupan dan pencampuran.

METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan berbagai peralatan sebagai berikut:

a) *Kiln drum*

Alat ini berfungsi untuk menghasilkan arang dari pembakaran tidak sempurna ampas tebu. Alat ini berupa sebuah selongsong tabung dengan sebuah lubang pembuangan asap yang terletak di atasnya.



Gambar 1. *Kiln drum*

b) Alat kempa briket

Alat ini berfungsi untuk menghasilkan briket arang yang berasal dari campuran serbuk arang ampas tebu dan serbuk arang tempurung kelapa. Alat kempa briket ini terdiri dari 3 komponen utama, yaitu dongkrak, poros penekan, pegas dan selongsong baja. Dongkrak berfungsi untuk menghasilkan tekanan tertentu pada briket arang sehingga memiliki kekuatan tekan yang baik. Daya tekan ini akan diteruskan oleh poros penekan menuju selongsong baja dimana serbuk arang diletakkan. Diameter selongsong baja yang digunakan tergantung

dari diameter briket yang ingin dibentuk. Untuk mengembalikan posisi poros penekan kembali pada posisi awalnya, maka digunakan dua buah pegas yang terletak di samping batang penyangga. Alat kempa briket dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Alat kempa briket

c) Kompor briket

Kompor briket berfungsi untuk mengukur unjuk kerja dari briket campuran arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa yang dihasilkan. Kompor briket ini terdiri dari 3 sangkar dengan diameter yang berbeda dan disusun secara teratur didalam kompor tersebut. Sangkar ini dilubangi dengan sejumlah lubang kecil diameter lubang sebesar 2 mm. Tujuannya adalah untuk meneruskan aliran udara luar ke dalam kompor sehingga proses pembakaran briket dapat berlangsung dengan baik. berikut adalah gambar dari kompor briket yang telah dibuat.



Gambar 3. Kompor briket

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2017 hingga Oktober 2017 di Politeknik Negeri Sambas. Bahan yang dipergunakan adalah ampas tebu, tempurung kelapa dan perekat aci. Peralatan pendukung yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital,

stopwatch dan *pyrometer*. Dalam penelitian ini dilakukan 3 perlakuan campuran briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu yaitu 0 % (murni hanya berupa arang ampas tebu tanpa adanya campuran dari arang tempurung kelapa), 30 %, dan 50 %. Perlakuan komposisi perekat aci berjumlah 3 perlakuan yaitu 0 %, 10 %, dan 20 % berbasis massa. Perlakuan pengayakan berjumlah 3 perlakuan yaitu dengan mesh 20, 40 dan 60. Masing-masing komposisi tersebut selanjutnya dibuat sebanyak 3 sampel.

Prosedur pengujian dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Pisahkan briket arang yang sudah tercetak berdasarkan perlakuan yang telah ditentukan.
2. Melakukan pengukuran kadar air briket sebelum dilakukan pengujian yaitu sebesar 5%.
3. Melakukan pembakaran pada masing-masing briket arang sambil mengukur lamanya proses pembakaran dan temperatur pembakaran pada masing-masing briket. Pengukuran ini dimulai dari terbentuknya bara pada briket arang hingga proses pembakaran selesai yang ditandai dengan berubahnya wujud menjadi abu.
4. Pengukuran unjuk kerja briket arang kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses pembakaran briket arang pada kompor briket yang telah dibuat.

Data yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Lama proses pembakaran
Lama proses pembakaran adalah waktu dimana briket arang mulai terbakar hingga habis seluruhnya menjadi abu.
- b) Temperatur pembakaran
Temperatur pembakaran adalah temperatur rata-rata selama proses pembakaran briket arang terjadi.
- c) Unjuk kerja
Unjuk kerja dari briket arang adalah kemampuan briket arang dalam mendidihkan air sebanyak 1 liter air dengan menggunakan kompor briket

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perlakuan kekasaran terhadap lama dan temperatur pembakaran, maka dilakukan analisis statistik *split-split plot* pola faktorial 3 x 3 x 3 dan pengulangan sebanyak 3 kali. Komponen *main plot*-nya adalah perlakuan komposisi perekat aci, *sub-plot*-nya adalah perbandingan campuran briket arang ampas tebu dan tempurung kelapa, dan *sub sub-plot*-nya adalah kekasaran briket arang. Dipilihnya analisis statistik *split-split plot* karena ingin mengetahui lebih banyak kekasaran briket arang terhadap faktor lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan arang ampas tebu

Proses pembuatan arang dimulai dengan tahap pengeringan ampas tebu itu sendiri. Hal ini dikarenakan ampas tebu memiliki kadar air yang tinggi. Setelah kering ampas tebu kemudian dimasukkan ke dalam *kiln drum* untuk memulai proses pengarangan. Dikarenakan sifat fisik dari ampas yang agak rapuh, maka proses pengarangan ini tidak memakai waktu yang lama yaitu kira-kira selama 1 jam.

Setelah dihasilkan arang, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengayakan dengan ukuran *wire mesh* 20, 40 dan 60 dengan tujuan untuk menghasilkan ukuran partikel tertentu.



Gambar 4. Arang ampas tebu

Langkah selanjutnya adalah melakukan pencampuran antara arang ampas tebu dengan arang tempurung kelapa dengan komposisi 0 %, 30 % dan 50 %. Kemudian campuran kedua arang tersebut diberi perekat aci dengan komposisi 0 %, 10 % dan 20 % berbasis massa. Pencampuran ini dilakukan dengan kondisi arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa dalam

keadaan basah, dengan tujuan agar perekat aci dapat merekat dengan baik pada partikel-partikel kedua arang tersebut.

Proses kemudian dilanjutkan dengan melakukan pencetakan campuran tersebut dengan menggunakan alat kempa dengan kekuatan tekan 5 ton untuk menghasilkan briket arang.



Gambar 5. Briket hasil pencetakan

Namun briket yang dihasilkan ini masih memiliki kandungan air yang cukup tinggi sehingga harus dikeringkan hingga memiliki kadar air sebesar 5 %. Perhitungan mengenai kandungan kadar air dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad [1]$$

Dimana :

A = massa sampel sebelum dikeringkan, gram;

B = massa sampel setelah dikeringkan, gram

Kemudian tahapan penelitian dilanjutkan ke pengujian dari masing-masing briket arang yang dihasilkan untuk mendapatkan data pengukuran lama penyalaan, temperatur penyalaan dan kemampuan dari briket dalam mendidihkan 1 liter air (*water boiling test*).

Lama penyalaan

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan komposisi perekat, komposisi campuran antara arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa sangat berbeda nyata terhadap lama penyalaan. Berdasarkan hasil pengujian, lama penyalaan terbesar adalah selama 127 menit yang didapatkan dari perlakuan campuran arang ampas tebu dan tempurung kelapa sebesar 50%, komposisi perekat aci 20% dan tingkat kekasarannya dengan *wire mesh* 60.

Lama penyalaan tersingkat adalah selama 51 menit dengan perlakuan briket arang yang hanya terdiri dari arang ampas tebu, tanpa adanya perekat aci tingkat kekasarannya dengan *wire mesh* 20. Hal ini disebabkan karena sifat fisik dari struktur arang ampas tebu yang rapuh dan kasar sehingga mempercepat terjadinya proses pembakaran. Dengan penambahan arang tempurung pada arang ampas tebu, maka akan meningkatkan lama pembakaran pada briket arang tersebut.

Berikut ditampilkan tabel interaksi antara perlakuan perekat aci, campuran briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu dan tingkat kekasaran terhadap lama penyalaan briket arang.

Tabel 1. Pengaruh antara perekat aci, campuran briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu dan tingkat kekasaran terhadap lama penyalaan briket arang.

Perekat (%)	Campuran (%)	Lama Penyalaan (menit)		
		Kekasaran (20)	Kekasaran (40)	Kekasaran (60)
P1 (0)	C1 (0)	51,667 a	62 a	69,667 a
P2 (10)	C1 (0)	54,333 a	66,33 a	74 a
P3 (20)	C1 (0)	61 b	71,33 b	79,333 b
P1 (0)	C2 (30)	66 b	77,67 c	89 c
P2 (10)	C2 (30)	74 c	87,67 d	96,333 d
P3 (20)	C2 (30)	96 d	105,3 e	111,33 e
P1 (0)	C3 (50)	78 ce	89 fd	102,67 f
P2 (10)	C3 (50)	90,667 f	105 ge	111 ge
P3 (20)	C3 (50)	115 g	124,3 h	127,33 h

Keterangan : Angka yang diikuti oleh angka yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji LSD taraf 5 %

Temperatur Pembakaran

Pengukuran temperatur pembakaran dalam pengujian ini dilakukan dengan menggunakan dengan menggunakan *pyrometer*.

Dari hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan komposisi perekat aci, tingkat kekasaran briket arang, komposisi campuran antara arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa berpengaruh sangat nyata terhadap temperatur penyalaan yang dihasilkan.



Gambar 6. Bara briket arang

Bertambahnya komposisi arang tempurung kelapa memberikan pengaruh yang besar terhadap temperatur pembakaran briket arang yang dihasilkan, meskipun briket arang tersebut memiliki komposisi perekat aci sebesar 10%.

Tabel 2 menunjukkan interaksi antara perlakuan perekat aci, komposisi perekat aci dan tingkat kekasaran terhadap temperatur penyalaan. Temperatur pembakaran tertinggi didapatkan pada briket arang yaitu sebesar 172°C pada perlakuan tingkat kekasaran briket dengan kekasaran *wire mesh* 60, komposisi perekat aci 10% dan komposisi arang tempurung kelapa dan arang ampas tebu sebesar 30%. Sedangkan temperatur pembakaran terendah sebesar 59°C didapatkan pada briket arang dengan perlakuan komposisi perekat aci 20%, tanpa adanya campuran arang tempurung kelapa atau arang ampas tebu murni dan diperoleh pada berbagai tingkat kekasaran baik *wire mesh* 20. Ini disebabkan karena banyaknya komposisi perekat aci yang terkandung pada briket arang sehingga temperatur yang dihasilkan rendah.

Tabel 2. Pengaruh antara perekat aci, campuran briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu dan tingkat kekasaran terhadap temperatur pembakaran briket arang.

Perekat (%)	Campuran (%)	Temperatur Pembakaran (°C)		
		Kekasaran (20)	Kekasaran (40)	Kekasaran (60)
P1 (0)	C1 (0)	63,66667 a	65,66667 a	64,33333 a
P2 (10)	C1 (0)	61,66667 a	61,33333 a	62,33333 a
P3 (20)	C1 (0)	59 a	60,33333 a	60,66667 a
P1 (0)	C2 (30)	109 b	74 a	86,33333 b
P2 (10)	C2 (30)	112,33333 cb	149 b	172,66667 c
P3 (20)	C2 (30)	112,33333 db	146,33333 bc	162,66667 d
P1 (0)	C3 (50)	105,33333 eb	76,66667 a	91 e
P2 (10)	C3 (50)	113,66667 fb	162 bd	167 f
P3 (20)	C3 (50)	134,66667 g	149,66667 be	165,33333 g

Keterangan : Angka yang diikuti oleh angka yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji LSD taraf 5 %.

Kemampuan mendidihkan air

Dalam menentukan kemampuan briket arang dalam mendidihkan air sebanyak 1 liter air digunakan peralatan pendukung waktu kompor briket. Banyaknya briket arang yang dimasukkan kedalam kompor briket adalah sebanyak 500 gram masing-masing perlakuan. Pengukuran mulai dilakukan setelah seluruh briket arang terbakar seluruhnya didalam kompor briket dan wadah yang berisi air telah diletakkan hingga air tersebut mendidih.

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan perekat tidak berbeda nyata. Tingkat kekasaran dan komposisi campuran antara arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa sangat berbeda nyata terhadap kemampuan mendidihkan air.



Gambar 7. Nyala briket arang dalam kompor briket

Waktu tercepat dalam mendidihkan air adalah selama 5 menit yang didapatkan pada perlakuan tingkat kekasaran briket dengan kekasaran *wire mesh* 60, komposisi perekat 20% dan komposisi arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa sebesar 50%. Sedangkan waktu terlama dalam mendidih air adalah selama 15 menit yang didapatkan pada perlakuan tingkat kekasaran briket dengan kekasaran *wire mesh* 20, komposisi perekat 20% dan tanpa adanya campuran arang tempurung kelapa atau hanya arang ampas tebu.

Hal ini tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya, terhadap arang tempurung kelapa dan arang kayu dimana waktu rata-rata untuk mendidihkan 1 liter air adalah selama 5 – 7 menit dan waktu terlama penyalaan dari arang tempurung kelapa adalah selama 116 menit [4].

Berikut ditampilkan tabel interaksi antara perlakuan perekat aci, campuran briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu dan tingkat kekasaran terhadap waktu air mendidih.

Tabel 3. Pengaruh antara perekat aci, campuran briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu dan tingkat kekasaran terhadap waktu air mendidih

Perekat (%)	Campuran (%)	Waktu air mendidih (menit)					
		Kekasaran (20)		Kekasaran (40)		Kekasaran (60)	
P1 (0)	C1 (0)	11,33333	a	10,66667	b	10	c
P2 (10)	C1 (0)	12,66667	a	12,66667	b	12,33333	c
P3 (20)	C1 (0)	15,66667	a	15,33333	b	14,33333	c
P1 (0)	C2 (30)	11	a	10,33333	b	8,33333	c
P2 (10)	C2 (30)	10,66667	a	10,33333	b	8	c
P3 (20)	C2 (30)	10	a	8,33333	b	6,66667	c
P1 (0)	C3 (50)	11,66667	a	10	b	8	c
P2 (10)	C3 (50)	11	a	9,66667	b	6,66667	c
P3 (20)	C3 (50)	10,66667	a	7,66667	b	5,33333	c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh angka yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji LSD taraf 5 %

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Jumlah komposisi arang tempurung kelapa pada briket arang ampas tebu

masih mempunyai peran yang penting dalam meningkatkan kinerja dari briket yang dihasilkan. Hal ini mungkin disebabkan karena struktur arang ampas tebu yang dihasilkan bersifat rapuh dan halus sehingga lebih cepat terbakar dan suhu pembakaran yang dihasilkan tidak terlalu tinggi.

2. Kinerja terbaik dari briket campuran arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa didapatkan pada briket arang dengan perlakuan komposisi perekat aci 20%, tingkat kekasaran *wire mesh* 60, dan komposisi campuran antara arang tempurung kelapa dan ampas tebu adalah sebesar 50%, dengan lama selama 127 menit, temperatur pembakaran sebesar 165°C dan kemampuan mendidih air selama 5 menit.

REFERENSI

- [1]. Ahyan, 2009, *Biofuels, Securing The Planets Future Energy Needs*, Springer, London.
- [2]. Barus, P., 1989, *Laporan Penelitian – Analisa Komponen Kimia Ampas Tebu Dalam Pemanfaatannya Untuk Bahan Pakan*, Universitas Sumatra Utara – MIPA.
- [3]. Eddy Elfiano, Purwo Subekti, Ahmad Sadil, 2014, Analisa Proksimat dan Nilai Kalor Pada Briket Bioarang Limbah Ampas Tebu dan Arang Kayu, *Jurnal APTEK*, Vol. 6, No. 1 Januari 2014.
- [4]. Jamiatun, Siti, 2008, Sifat-sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 2, No. 2, 2008.
- [5]. Jeffrie Jacobis Malakauseya,

Sudjito, Mega Nur Sasongko, 2013, Pengaruh Prosentase Campuran Briket Limbah Serbuk Kayu Gergajian dan Limbah Daun Kayu Putih Terhadap Nilai Kalor dan Kecepatan Pembakaran, Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 4, No. 3, Halaman 194-198, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

- [6]. Kurniawan, O., dan Maryono. 2008. *Superkarbon; Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah Dan Gas*. Penebar Swadaya, Jakarta
- [7]. Nyimas Laula Li-An 'Amie, Adhi Nugraha, 2014, Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Melalui Desain Produk Perlengkapan Rumah, Program Studi Sarjana Desain Produk , Fakultas Seni Rupa dan Desain, ITB.
- [8]. Risma Sitompul, 2011, Manual Pelatihan, Teknologi Terbarukan Yang Tepat Untuk Aplikasi di Masyarakat Perdesaan, PNPM, Jakarta.
- [9]. Winaya, N.I., 2010, Co-Firing Sistem Fluized Bed Berbahan Bakar Batu Bara Dan Ampas Tebu, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Udayana, Bali, Vol.4 No. 2, P. 180 – 188.