

Optimalisasi Proses Karbonisasi Limbah Plastik Menggunakan Teknologi Teknologi Pyrolysis Menjadi Briket Arang (*Briquette Charcoal*)

Heny Adisansury Malo ¹⁾, Taufik Iskandar ²⁾, Susanti Konga Wandal ³⁾, Dina Trisak Diah ⁴⁾

^{1,2,3,4)} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi

e-mail : Henyadisansury28@gmail.com

ABSTRAK

Limbah plastik adalah salah satu sumber pencemaran lingkungan hidup yang meningkat setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan penduduk namun belum dapat memberikan nilai ekonomis bagi masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah mengubah limbah plastik menjadi briket arang (*Briquette charcoal*) sebagai bahan bakar alternatif dengan cara dikarbonisasi/diarangkan menggunakan reaktor fast pirolisis pada suhu 400°C ; 500°C ; 600°C selama 30 menit ; 45 menit ; 60 menit hingga menghasilkan arang. Arang plastik yang telah terbentuk dicampur dengan perekat amylum dengan konsentrasi 5% ; 8% ; 11% serta dicetak dengan alat hydrolic press. Hasil analisa yang diperoleh, nilai kadar abu (1,26%), kadar air (0,0098%), *volatile matter* (1,37%), *fixed carbon* (97,43%) dan nilai kalor (7.399 kkal/kg). Berdasarkan hasil analisa statistik, maka kondisi operasi optimal pembuatan briket arang plastik (*Plastic briquette charcoal*) yaitu pada suhu 600°C selama 60 menit dengan konsentrasi perekat 5%.

Kata kunci: limbah plastik; briket arang plastik; bahan bakar alternatif; fast pirolisis

ABSTRACT

Plastic waste is one of the sources of environmental pollution that increases every year along with population growth but has not been able to provide economic value to the community. The purpose of this study was to convert plastic waste into charcoal briquette (Briquette charcoal) as an alternative fuel by carbonized/fabricated using a fast pyrolysis reactor at a temperature of 400°C ; 500°C ; 600°C for 30 minutes ; 45 minutes ; 60 minutes to produce charcoal. The formed plastic charcoal is mixed with amylum adhesive with a concentration of 5% ; 8% ; 11% and printed with a hydrolic press. The results of the analysis were obtained, the value of ash content (1.26%), moisture content (0.0098%), volatile matter (1.37%), fixed carbon (97.43%) and heating value (7,399 kcal/kg). Based on the results of statistical analysis, the optimal operating conditions for making plastic briquettes charcoal are at 600 on for 60 minutes with an adhesive concentration of 5%.

Keywords : plastic waste; plastic briquette charcoal; alternative fuel; fast pyrolysis

1. PENDAHULUAN

Limbah plastik adalah salah satu sumber pencemaran lingkungan hidup yang dihadapi oleh masyarakat di Indonesia maupun di dunia. Menurut data CNN Indonesia pada tahun 2016, negara Indonesia adalah negara penghasil sampah plastik ke laut terbesar ke-2 di dunia dengan total mencapai 187,2 juta ton [1]. Di sisi lain, kelangkaan dan kenaikan harga bahan bakar adalah masalah global yang sering terjadi terutama di negara Indonesia yang diperkirakan akan terus berlanjut sehingga menjadi perhatian penting yang tidak dapat diabaikan [2]. Plastik terbuat dari bahan alami yaitu minyak dan gas dan dalam perkembangannya digantikan oleh bahan-bahan sintesis sehingga diperoleh sifat-sifat plastik dengan cara kopolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi. Jenis plastik yang dapat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan memiliki sifat dapat kembali ke sifat aslinya (*reversible*) adalah termoplastik. Contoh plastik jenis termoplastik adalah: PC, nylon, PET, ABS, SAN, PE, PP, PS, *Polyacetal* (POM), *High Density Polyethylene* (HDPE) dan lain-lain [3].

Salah satu solusi untuk mengatasi pencemaran lingkungan ini adalah dengan cara mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif dengan menggunakan teknologi tepat guna yang ramah lingkungan yaitu menggunakan teknologi pirolisis. Hal ini dapat mengatasi peningkatan limbah plastik karena tidak dapat didaur ulang. Secara umum, proses pirolisis merupakan proses dekomposisi thermal dengan menggunakan temperatur sekitar 350°C-550°C tanpa menggunakan oksigen [4]. Hasil pirolisis yang dihasilkan yaitu berupa tiga jenis produk

diantaranya adalah gas (fuel gas), padatan (charcoal/arang) dan cairan (bio-oil) [5]. Teknologi fast pirolisis sangat efektif dan efisien untuk proses karbonisasi limbah plastik menjadi arang yang kemudian dibentuk menjadi briket.

Proses pembuatan briket arang pada prinsipnya adalah pemadatan material untuk diubah menjadi bentuk tertentu. Briket arang dapat dibuat dengan cara membuat arang kemudian dihaluskan dan selanjutnya dibuat briket [6]. Syarat mutu briket arang disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2.2. Syarat Mutu Briket Arang

No.	Parameter	Satuan	Kisaran
1.	<i>Caloric Value</i>	cal/gr	Min 5000
2.	<i>Moisture</i>	%	Maks 8
3.	<i>Ash Content</i>	%	Maks 8
4.	<i>Volatile Matter</i> <i>Fixed Carbon</i>	%	Maks 15
5.		%	Min 77

(Sumber : Standar Nasional Indonesia no. SNI 01-6235-200)

Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa 1 kg briket arang setara dengan 4 liter minyak tanah [7]. Oleh karena itu, perlu untuk dilakukan penelitian mengenai pengolahan limbah plastik menjadi briket arang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi masyarakat dalam mengatasi limbah plastik sekaligus menjadi bahan bakar alternatif yang ekonomis.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *experimental laboratories*, dengan bahan baku limbah plastik jenis termoplastik dan perekat amylum. Alat utama yang digunakan adalah reaktor fast pirolisis dengan alat penunjang berupa *Screenner* (alat pengayak),

mesin cetak briket (*Hydrolic Press*), oven dan furnace. Uji kualitas briket arang plastik terdiri dari uji nilai kalor dan uji proximate yang terdiri dari analisa kadar air, analisa *volatile matter*, analisa kadar abu dan analisa nilai *fixed carbon*.

Variabel Penelitian

Variabel Tetap dalam penelitian ini adalah berat limbah plastik : 70 kg, ukuran partikel arang limbah plastik = 40 mesh, amylum dengan perbandingan 1:10. Variabel berubah dalam penelitian ini adalah : suhu karbonisasi : 400°C ; 500°C ; 600°C, waktu karbonisasi : 30 menit ; 45 menit ; 60 menit , konsentrasi Perekat : 5% ; 8% ; 11%.

Prosedur Penelitian

Limbah plastik dibersihkan dari kotoran-kotoran dan dikeringkan di udara terbuka. Limbah plastik bersih kemudian dipotong kecil-kecil dan dimasukkan kedalam reaktor pirolisis serta dipanaskan dengan suhu 400°C ; 500°C ; 600°C selama waktu 30 menit ; 45

menit ; 60 menit. Arang yang telah diperoleh dihancurkan dan diayak dengan ukuran 40 mesh serta ditimbang per paket sebanyak 50 gram. Arang sebanyak 50 gram dicampur dengan perekat amylum hingga homogen dengan perbandingan terhadap berat sama dengan 5% ; 8% ; 11% dari berat arang. Hasil campuran kemudian dimasukkan kedalam alat cetak briket yaitu *hydrolic press*. Hasil cetakan kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 24 jam lalu dikeringkan dalam oven selama 1 jam dengan suhu pengeringan 105°C. Briket arang plastik yang telah dihasilkan diuji kualitasnya dengan uji nilai kalor dan uji proximate yang meliputi analisa kadar air, analisa kadar abu, analisa *volatile matter*, serta penentuan nilai *fixed carbon*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengarangan limbah plastik menggunakan proses fast pirolisis menunjukkan hasil yang ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel. 1. Data hasil proses karbonisasi

No.	Berat Limbah Plastik (kg)	Suhu karbonisasi (°C)	Waktu (menit)	Berat arang (gram)	Keterangan
1.	1,5	400	30; 45; 60	-	Tidak terbentuk arang
2.	1,5	500	30	313,93	Terbentuk arang
			45	243,95	Terbentuk arang
			60	190,3	Terbentuk arang
3.	1,5	600	30	158,33	Terbentuk arang
			45	119,684	Terbentuk arang
			60	97,304	Terbentuk arang

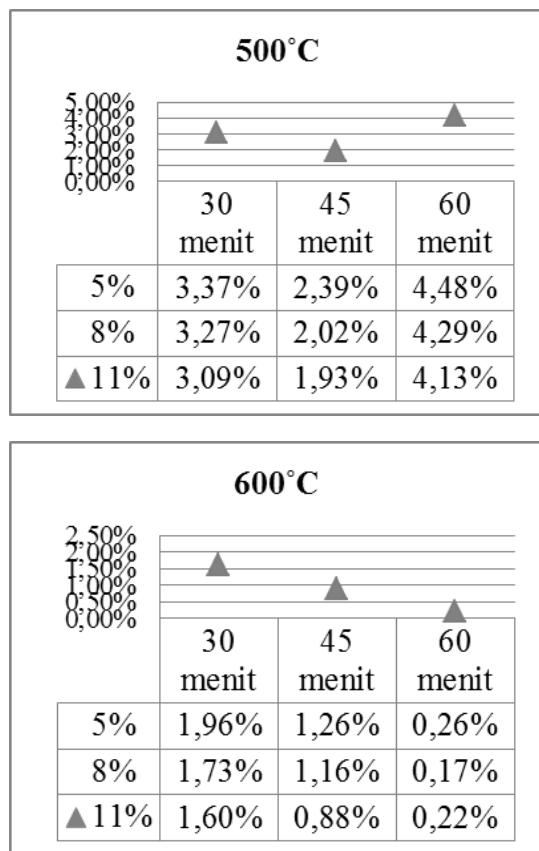
Pada proses karbonisasi limbah plastik dengan suhu 500°C dan suhu 600°C selama 30 menit ; 45 menit ; 60 menit, didapatkan berat arang dengan jumlah yang berbeda. Hal ini

menunjukkan bahwa semakin lama proses karbonisasi dan semakin tinggi suhu maka jumlah arang plastik yang dihasilkan semakin sedikit. Hal ini sesuai dengan literatur yang

menyatakan bahwa suhu berpengaruh terhadap jumlah arang dan asap cair yang dihasilkan yaitu semakin tinggi temperatur pirolisis maka semakin sedikit jumlah arang yang dihasilkan namun jumlah volume asap cair yang dihasilkan semakin banyak [8].

Analisa Kadar Abu

Abu merupakan sisa pembakaran sampel yang berasal dari unsur pengotor seperti pasir maupun tanah dan mineral matter yang ikut terbakar saat proses pembakaran berlangsung [9]. Hasil proses pengabuan briket arang plastik disajikan dalam tabel berikut:

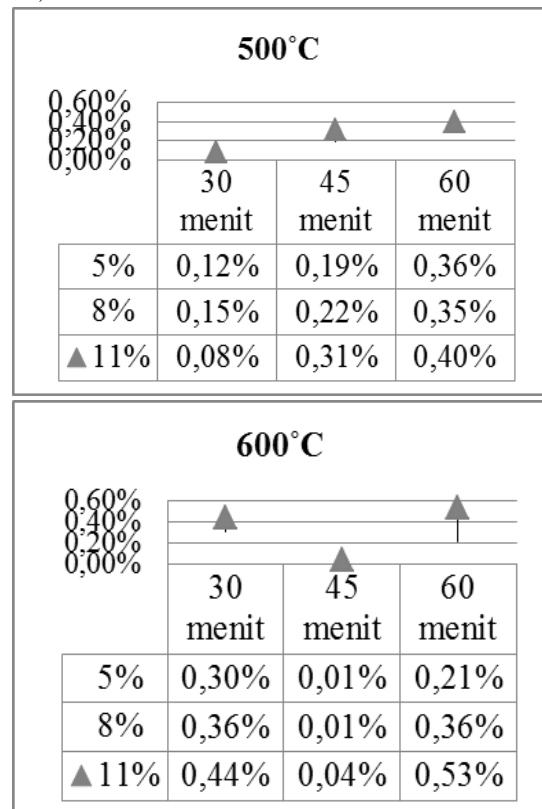


Grafik. 1. Hasil Analisa Kadar Abu

Berdasarkan hasil analisa, kadar abu yang dihasilkan cenderung tidak stabil. Pada suhu karbonisasi 500°C kadar abu yang dihasilkan cenderung meningkat, namun pada suhu karbonisasi 600°C kadar abu yang dihasilkan lebih cenderung menurun. Nilai rata-rata kadar abu briket arang plastik sebesar Nilai rata-rata kadar abu briket arang plastik sebesar 2,1228 %

Analisa Kadar Air

Untuk sampel briket, analisa kadar air yang umumnya dianalisa adalah kadar *inherent moisture*-nya (IM). Salah satu metoda analisa IM adalah ASTM D-3173 [9]. Hasil proses pengujian kadar air briket arang plastik disajikan dalam tabel berikut :



Grafik. 2. Hasil Analisa Kadar Air

Berdasarkan pengujian kadar air, kadar air yang dihasilkan sangat rendah sehingga dapat mempengaruhi nilai kalor, dimana semakin rendah kadar air maka nilai kalor yang dihasilkan semakin tinggi. Nilai kadar air yang rendah dipengaruhi oleh sifat plastik yang kedap air. Kadar air dalam penelitian ini kurang stabil. Nilai rata-rata kadar air briket arang plastik sebesar 0,2467 %. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar air yaitu suhu dan cara penyimpanan. Suhu dapat menyebabkan kelembaban udara yang akan berdampak pada kadar air serta cara penyimpanan yang akan mempengaruhi penyerapan [10].

Analisa *Volatile Matter*

Volatile matter merupakan senyawa yang mudah menguap dan dihasilkan dari pembakaran dengan suhu tertentu dengan tanpa/sedikit oksigen. Hasil proses analisa *volatile matter* briket arang plastik disajikan dalam tabel berikut:

500°C			
	30 menit	45 menit	60 menit
5%	4,11%	2,29%	5,18%
8%	4,22%	2,51%	5,29%
▲ 11%	4,45%	2,60%	5,51%

Berdasarkan uji *volatile matter*, kadar *volatile matter* briket arang plastik kurang stabil dimana pada suhu karbonisasi 500°C cenderung naik yaitu sekitar 2%-5%.

600°C			
	30 menit	45 menit	60 menit
5%	1,93%	1,37%	2,41%
8%	2,16%	1,66%	2,52%
▲ 11%	2,37%	1,88%	2,61%

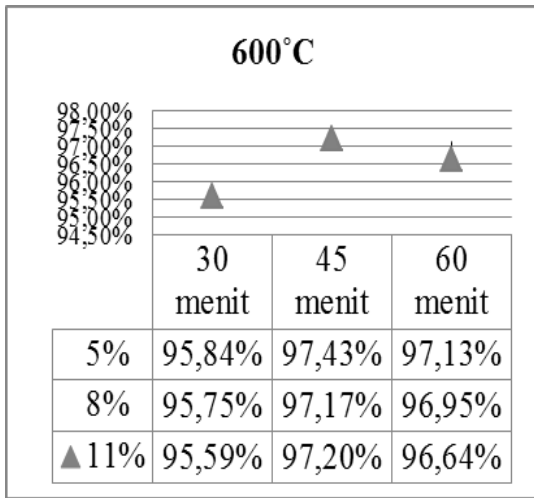
Grafik. 3. Hasil Analisa Kadar *Volatile Matter*

Namun pada suhu karbonisasi 600°C cenderung lebih kecil dan kurang stabil yaitu berkisar 1%-2%. Hasil analisa *volatile matter* rata-rata briket arang plastik sebesar 3,0594 %.

Penentuan Kadar *Fixed Carbon*

Fixed carbon adalah unsur karbon dalam bentuk solid yang tersisa dan terikat dalam sampel. Hasil penentuan kadar *fixed carbon* briket arang plastik disajikan dalam tabel berikut:

500°C			
	30 menit	45 menit	60 menit
5%	92,40%	95,13%	89,99%
8%	92,36%	95,25%	90,07%
▲ 11%	92,38%	95,16%	89,96%

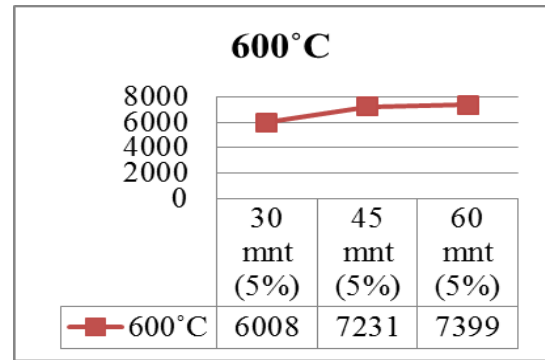
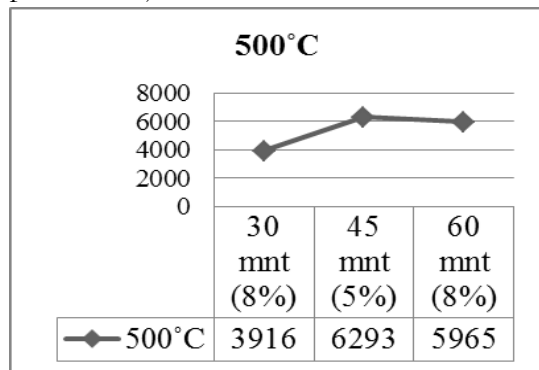


Grafik. 4. Hasil Uji Fixed Carbon

Berdasarkan uji *fixed carbon*, nilai *fixed carbon* briket arang plastik cukup tinggi yaitu sekitar 89% - 97% apabila dibandingkan briket arang dari biomassa lainnya yaitu sekitar 77%-89%. Hal ini dipengaruhi oleh nilai kadar abu, kadar air serta *volatile matter* yang memiliki nilai cukup rendah. Nilai *fixed carbon* rata-rata briket arang plastik sebesar 91,75 %.

Analisa Nilai Kalor

Briket arang plastik yang telah terbentuk selanjutnya dilakukan analisa nilai kalor pada setiap variabel. Variabel yang dianalisa merupakan hasil random berdasarkan nilai optimum dari analisa *proximate*. Hasil analisa nilai kalor briket arang plastik disajikan dalam tabel berikut:



Grafik. 5. Hasil Uji Nilai Kalor

Berdasarkan uji nilai kalor, nilai kalor briket arang plastik yaitu sekitar 3.800-7.300 dan jika dibandingkan dengan briket arang dari biomassa lainnya yaitu sekitar 4.000-5.000. Hal ini dipengaruhi oleh bahan baku utama yaitu plastik yang terbuat dari polimer yang berasal dari minyak bumi sehingga memiliki nilai kalor yang cukup tinggi. Hasil uji proksimate dari briket arang akan mempengaruhi nilai kalor. Kadar air, kadar abu, dan nilai *volatile matter* yang tinggi mengakibatkan nilai kalor semakin rendah dan sebaliknya, nilai kadar abu, kadar air dan *volatile matter* yang rendah menghasilkan briket dengan nilai kadar kalor yang tinggi. Sedangkan, nilai *fixed karbon* yang tinggi akan menghasilkan nilai kalor semakin tinggi.

Hasil Analisa Statistik

Dari data analisa statistik dapat dilihat pada grafik dibawah ini :

Tabel 2 Hasil Analisa Statistik Kadar Abu

1. suhu

Dependent Variable: Kadar Abu

suhu	Mean	Std. Error	80% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
500	3,317	,663	2,066	4,567
600	1,160	,663	-,091	2,411

2. Waktu

Dependent Variable: Kadar Abu

Waktu	Mean	Std. Error	80% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
30 Menit	2,615	,812	1,083	4,147
45 Menit	1,825	,812	,293	3,357
60 Menit	2,275	,812	,743	3,807

Tabel 3 Hasil Analisa Statistik Kadar Air

1. suhu

Dependent Variable: Kadar Air

suhu	Mean	Std. Error	80% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
500	,230	,074	,091	,369
600	,173	,074	,035	,312

2. Waktu

Dependent Variable: Kadar Air

Waktu	Mean	Std. Error	80% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
30 Menit	,225	,090	,055	,395
45 Menit	,100	,090	-,070	,270
60 Menit	,280	,090	,110	,450

Tabel 4 Hasil Analisa Statistik Volatile Matter

1. suhu

Dependent Variable: Volatile Matter

suhu	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
500	3,933	,411	2,167	5,700
600	1,903	,411	,137	3,670

2. Waktu

Dependent Variable: Volatile Matter

Waktu	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
30 Menit	3,075	,503	,912	5,238

45 Menit	1,830	,503	-,333	3,993
60 Menit	3,850	,503	1,687	6,013

Tabel 5. Hasil Analisa Statistik Fixed Carbon

1. suhu

Dependent Variable: Fixed Carbon

suhu	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
500	92,520	1,012	88,166	96,874
600	96,800	1,012	92,446	101,154

2. Waktu

Dependent Variable: Fixed Carbon

Waktu	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
30 Menit	94,100	1,239	88,767	99,433
45 Menit	96,280	1,239	90,947	101,613
60 Menit	93,600	1,239	88,267	98,933

Tabel 6. Hasil Analisa Statistik Nilai Kalor

1. suhu

Dependent Variable: Nilai Kalor

suhu	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
500	5391,333	236,332	4374,480	6408,187
600	6879,333	236,332	5862,480	7896,187

2. Waktu

Dependent Variable: Nilai Kalor

Waktu	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
30 Menit	4962,000	289,446	3716,614	6207,386
45 Menit	6762,000	289,446	5516,614	8007,386
60 Menit	6682,000	289,446	5436,614	7927,386

Berdasarkan hasil analisa statistik diatas, briket arang plastik pada kualitas optimal terdapat pada suhu 600° C selama 45 menit dengan konsentrasi perekat 5 % dengan nilai kalor sebesar 7.231 kkal/kg. Analisa Statistik tersebut dihitung berdasarkan pengaruh hasil uji/analisa *proximate* yaitu kadar abu, kadar air, *volatile matter* yang rendah dan tingginya nilai *fixed carbon* serta nilai kalor yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa jumlah arang yang dihasilkan dipengaruhi oleh tingginya temperatur dan lama proses karbonisasi. Selain itu, semakin besar konsentrasi perekat yang digunakan maka semakin rendah kualitas briket arang plastik, hal ini disebabkan oleh sifat perekat yang dapat menghasilkan asap dan nilai kalor yang rendah. Briket arang plastik telah memenuhi standart SNI karena memiliki nilai kadar abu rendah, kadar air rendah, *volatile matter* tinggi, nilai *fixed carbon* tinggi dan nilai kalor tinggi.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kemenristek Dikti, Dekan Fakultas Teknik, KPS Teknik Kimia, Dosen Pembimbing dan seluruh petugas Laboratorium Bioenergy Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang yang telah memberikan bantuan sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar dan selesai tepat waktu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] CNN Indonesia. *Indonesia Penyumbang Sampah Plastik ke-dua Dunia*. <https://www.cnnindonesia.com>, diakses tanggal 20 Oktober 2017
- [2] Rinjani, M dan Rangkuti C. Konversi Plastik Polipropilena menjadi Bahan Bakar Minyak. Dalam Seminar Nasional Cendekiawan 2015, ISSN: 2460-8696, Hal. 229-236
- [3] Syarief, et al. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses*. PA, IPB, Bogor.
- [4] Cahyono. 2013. *Pengaruh Jenis Bahan Pada Proses Pirolisis Sampah Organik menjadi Bio-Oil sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan, ISSN: 2085-1227. Volume 5, Nomor 2, Juni 2013 Hal 67-76
- [5] Ridhuan dan Suranto. 2016. *Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori*. Jurnal Teknik Mesin, p-ISSN: 2301-6663, e-ISSN: 2477-250X
- [6] Patabang, Daud. 2012. Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perekat. Jurnal Mekanikal, ISSN:2086-3403, Vol. 3 No. 2, Juli 2012, Hal. 286-292
- [7] Taufik, dkk. 2012. *Identifikasi Nilai Kalor Biochar dari Tongkol Jagung dan Sekam Padi pada Proses Pyrolisis*. Jurnal Teknik Kimia, ISSN 1978-0419, Vol.7 No.1 September 2012

- [8] Nurrassyidin dkk. *Tanpa tabun. Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Terhadap Rendemen Pirolisis Limbah Kulit Durian Menjadi Asap Cair*. Teknik Kimia Universitas Riau
- [9] Asip dkk. 2017. *Pengaruh Temperatur Karbonisasi Dan Komposisi Arang Terhadap Kualitas Biobriket Dari Campuran Cangkang Biji Karet Dan Kulit Kacang Tanah*. Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 23, Januari 2017
- [10] Florentina dan Rizkha, 2011. *Laporan Penelitian : Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Kadar Amilum Terhadap Kualitas Briket Arang dari Limbah Tongkol Jagung*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tungga Dewi.