

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1:

Biodata Ketua Peneliti

1. Nama dan gelar akademik : Sugeng Slamet, ST., MT.
2. NIY : 0610701000001136
3. Tempat dan tanggal lahir : Kudus, 22 Juni 1971
4. Jurusan/Fak/PT : Teknik Mesin/Teknik/
Universitas Muria Kudus
5. Alamat : Jl. Gondangmanis PO.Box 53 Bae, Kudus
- Telephon/Fax : (0291) 443844/ (0291) 437198
- E-Mail : Sugeng_hanun@yahoo.co.id
6. Pendidikan Terakhir : S-2 Teknik Mesin
- Tempat pendidikan : Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Tahun Lulus : 2007
7. Pengalaman Penelitian :

No	Kegiatan	Tahun	Tempat	Sumber biaya
1.	Tingkat konsumsi bahan bakar jenis kerosin terhadap waktu melebur logam non ferro.	2004	Juwana	Dikti-Jakarta
2.	Komposit serat alam pisang (<i>Musa Paradisiaca</i>) dengan matrik polyester.	2005	Kudus	APBU-UMK
3.	Analisis alat penukar kalor pada ketel uap tradisional pabrik tahu.	2006	Kudus	Dikti-Jakarta
4	Helm Sepeda Yang Kreatif Menggunakan Serat Alam Sabut Kelapa Kombinasi Proses Hand Lay-Up dan Spray-Up	2007	Kudus	PKM-Dikti Jakarta
5.	Studi kelayakan sampah kulit kopi sebagai bahan baku briket.	2008	Dawe-Kudus	Proposal luaran Sibermas -Jakarta
6.	Analisis sifat fisis paduan Al-Cu melalui metode pembekuan searah.	2008	Lab. UMK	APBU-UMK
	Komposit limbah kayu untuk bahan baku papan partikel guna mendukung industri box speaker aktif	2009	Kudus	PKM-Dikti Jakarta
7.	Redesain cawan tuang dan turun pada cetakan pasir untuk meningkatkan kualitas cor.	2009	Juwana	Kopertis VI-Jateng
8.	Rancang bangun mesin hotpres dan milling papan partikel pada industri box speaker CV. Arofah Electronic	2011	Kudus	Dikti-Jakarta

9.	Meningkatkan sifat mekanis produk propeller kapal nelayan melalui metode pembekuan searah	2012	Juwana	Dikti - Jakarta
10.	Rancang bangun mesin hotpress papan partikel berbasis PLC (<i>programmable logic controller</i>)	2012	Kudus	APBU-UMK

8. Penelitian :

1. Peningkatan Unjuk Kerja Mesin Alat Penukar Kalor (*heat exchanger*) untuk pemanas solar-pendingin oli. Dipublikasikan dalam Jurnal Sains dan Teknologi Lemlit Universitas Muria Kudus, ISSN: 1979-6870 Vol. 1 No. 1 Desember 2008.
2. The Effect Of Cu Concentration On Unidirectional Solidification Process For Micro Structure Of Al-Cu Alloy. Dipublikasikan dalam Jurnal Sains dan Teknologi Lemlit Universitas Muria Kudus, ISSN: 1979-6870 Vol. 2 No. 2 Juni 2009.
3. Komposit partikel serbuk gergaji kayu (sawdust) dengan resin Urea Formaldehid sebagai bahan baku utama box speaker, dipublikasikan dalam Jurnal Momentum Unwahas- Semarang, ISSN : 0216-7395 April 2013.
4. Pengaruh konsentrasi Cu terhadap sifat mekanis Paduan AlCu pada proses pembekuan searah, dipublikasikan dalam Jurnal Momentum Unwahas- Semarang, ISSN : 0216-7395 April 2013.

Dengan ini saya menyatakan kesiapan saya sebagai anggota peneliti dalam program ini sesuai dengan tanggung jawab hingga kegiatan selesai.

Kudus, 14 April 2015

Ketua peneliti,

Sugeng Slamet, ST,.MT

Lampiran 2.

BIODATA ANGGOTA PENELITI

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Taufiq Hidayat, ST., MT
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan fungsional	Asisten Ahli
4	NIP/NIK/Identitas Lain	197901232005011002
5	NIDN	0023017901
6	Tempat dan Tanggal lahir	Cilacap, 23 Januari 1979
7	E-mail	ophighd@gmail.com
8	Nomor Telepon/HP	081802493494
9	Alamat Kantor	Jl. Gondang manis PO.Box 53 Bae- Kudus
10	Nomor Telepon/Faks	(0291) 438229/(0291) 437198
11	Lulusan yang telah dihasilkan	D3 = 250 Orang S1 = - Orang S2 = -Orang
12	Mata kuliah yang diampu	1. Desain Mesin 2. Computer Aided Design 3. Computer Aided Manufacturing 4. Simulasi dan Pemodelan

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Diponegoro Semarang	Universitas Diponegoro Semarang	-
Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	-
Tahun Masuk-Lulus	1997-2002	2010-2013	-
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pengaruh penambahan serbuk aluminiumpada baja karbon rendah terhadap kekerasan dan struktur mikro	Analisa <i>running-in</i> roda gigi Transmisi sebagai acuan untuk Roda gigi sebagai acuan untuk perbaikan kualitas roda gigi produk Usaha Kecil Menengah	-
Dosen pembimbing	Ir. Sulistyono, MT	Dr. Djamari, ST, MT	-

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml(Juta Rp)
1	2009	Redesain cawantuang dan turun pada cetakan pasir untuk meningkatkan kualitas cor.	Kopertis VI-Jateng	Rp 7.500.000,-
2	2012	Analisa kegagalan pegas daun (<i>leaf spring</i>) pada Toyota Kijang Kapsul 7K-EI Tahun 2000	APBU-UMK	Rp. 3.000.000,-
3	2014	Penggunaan Labview Untuk Simulasi Sistem Kontrol Keamanan Rumah	APBU-UMK	Rp. 3.000.000,-

D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 5 tahun terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian kepada masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml(Juta Rp)
1	2009	Pelatihan penggunaan internet untuk guru MA NU Ibtidaul Falah Dawe Kudus	APBU UMK	Rp 1.000.000,-
2	2009	Redesain model saluran tuang pada cetakan pasir untuk meningkatkan produk cor di kecamatan Juwana-Pati	Kopertis VI-Jateng	Rp 5.000.000,-
3	2009	Pembuatan tungku/kompor berbahan bakar briket cangkang bijih kopi untuk keperluan rumah tangga dan UKM	APBU UMK	Rp. 1.000.000,-
4	2009	Rancang bangun Mesin pengering sistem putar (<i>rotary dryer</i>) untuk menurunkan kadar air bijih kopi menggunakan briket cangkang bijih kopi	Vucer Dikti Jakarta	Rp 15.000.000,-
5	2011	IbM pemanfaatan serbuk gergaji sebagai bahan baku utama papan partikel untuk UKM box speaker.	IbM Dikti Jakarta	Rp 50.000.000,-
6	2013	Meningkatkan kualitas produk logam pandebes melalui proses perlakuan panas (<i>heat treatment</i>).	APBU-UMK	Rp 2.500.000,-

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Vol/Nomor/Tahun
1	Pengaruh Model Saluran Tuang pada Cetakan Pasir Terhadap Hasil Cetakan	Mawas UMK	23/1/Juni 2010
2	Analisa kegagalan pegas daun (<i>leaf spring</i>) pada Toyota Kijang Kapsul 7K-EI Tahun 2000	Simetris UMK	01/1/April 2012
3	Analisa Running-in roda gigi transmisi	Rotasi Undip	15/2/April 2013

	produk Usaha Kecil Menengah		
4	Kaji Eksperimental Running-in pada Kontak Rolling-Sliding Pasangan Material Aluminium dengan Baja S45C	Rotasi Undip	15/2/April 2013
5	Rancang Bangun Alat Uji Running-in untuk Sistem Kontak Two-Disc	Rotasi Undip	15/2/April 2013
6	Fenomena Running-In Roda Gigi Transmisi Sepeda Motor	Simetris UMK	05/1/April 2014

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Diskusi Ilmiah dosen Fakultas Teknik	Simulasi sistem keamanan rumah menggunakan LabVIEW	Rabu, 5 Maret 2014 R. Seminar Fakultas Hukum UMK

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Kudus, 14 April 2015

Anggota peneliti

Taufiq Hidayat, ST, MT

Lampiran 3. Draf publikasi ilmiah di jurnal simetri Fakultas Teknik UMK (Bulan April - 2015).

UNJUK KERJA PIROLISATOR UNTUK MEMPRODUKSI GAS ASAP CAIR (LIQUID SMOKE GASES) SEBAGAI BAHAN PENGAWET

Sugeng Slamet

Fakultas Teknik , Program studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
E-mail: sugeng_hanun@yahoo.co.id

Taufiq Hidayat

Fakultas Teknik , Program studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
E-mail: ophiqhd@yahoo.com

ABSTRAK

Pengertian umum asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain. Bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat asap cair adalah kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu, dan lain-lain. Pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis yaitu peruraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas. Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pirolisis yakni: gas, pyrolisis oil, dan arang, yang mana proporsinya tergantung dari metode pirolisis, karakteristik biomassa dan parameter reaksi.

Metode yang dilakukan diawali dengan melakukan rancang bangun unit pirolisator lengkap dengan perangkat kondensor dengan pipa tembaga tipe spiral untuk memproduksi gas asap cair dari bahan biomassa yang dipilih yaitu tempurung kelapa dan sampah organik. Metode Pirolisis yang merupakan proses reaksi penguraian senyawa-senyawa penyusun kayu keras menjadi beberapa senyawa organik melalui reaksi pembakaran kering pembakaran tanpa oksigen. Reaksi ini berlangsung pada reaktor pirolisator dengan variasi temperatur 150°C, 250°C dan 300°C selama 8 jam pembakaran. Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensor yang berupa pipa tembaga melingkar. Hasil dari proses pirolisis diperoleh tiga produk yaitu asap cair, tar, dan arang. Kondensasi dilakukan dengan pipa atau koil melingkar yang dipasang dalam bak pendingin. Air pendingin dapat berasal dari air hujan yang ditampung dalam bak penampungan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah biomassa tempurung kelapa menghasilkan jumlah senyawa fenol lebih besar 30-33%. Hal ini menunjukkan bahwa pada jenis biomassa ini lebih unggul dalam fungsi sebagai antioksidan, karena kaya akan kandungan senyawa fenol, sehingga lebih optimal dalam hal menghambat kerusakan pangan dengan cara mendonorkan hidrogen. Sedangkan biomassa cangkang kopi pada temperatur 150°C lebih banyak menghasilkan senyawa asam 93%. Kandungan asam efektif dalam mematikan dan menghambat pertumbuhan mikroba pada produk makanan dengan cara senyawa asam itu menembus dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan sel mikroorganisme mati peningkatan kapasitas hasil pada semua tipe destilator seiring dengan meningkatnya temperatur uap biomassa. Destilator tipe serpentine tube mampu meningkatkan kapasitas hasil lebih tinggi 16% dibanding dengan tipe helical tube.

Kata Kunci : Asap cair, pirolisis, kondensasi, pengawet alami, fenol, senyawa asam.

ABSTRACT

General understanding of liquid smoke is a result of condensation of steam distillation or combustion products are not directly or directly from material that contains carbon and other compounds. The raw materials used to make liquid smoke is wood, palm oil hump, sawmill residue results, and others. Making liquid smoke using pyrolysis method is decomposition with the aid of heat in the absence of oxygen or with a limited amount of oxygen. Usually there are three products in the pyrolysis process: gas, pyrolysis oil, and charcoal, which is where the proportions depending on the method of pyrolysis, biomass characteristics and parameters of the reaction.

Methods that begin with the design pirolisator unit complete with condenser device with spiral-type copper pipe gas to produce liquid smoke from biomass materials selected in coconut shell and organic waste.

Pyrolysis method which is the process of decomposition reaction constituent compounds hardwood into some organic compounds by dry combustion reaction without oxygen combustion. This reaction takes place in the reactor with temperature variation pirolisator 150°C, 250°C and 300°C for 8 hours burning. The smoke of burning condensed by the condenser in the form of a circular copper pipe. The results obtained from the pyrolysis process three products namely liquid smoke, tar, and charcoal. Condensation is done with a pipe or coiled coil mounted in a cooling bath. Cooling water can come from rain water collected in the tank. The results obtained from this study is coconut shell biomass yield greater amount of phenolic compounds 30-33%. This indicates that the type of biomass is superior in function as an antioxidant, as rich in phenolic compounds, so that more optimal in terms of inhibiting the breakdown of food by way of donating hydrogen. While the biomass at a temperature of 150oC coffee shell produces more acid compounds 93%. Acid content deadly and effective in inhibiting the growth of microbes in food products in a way that acidic compounds penetrate the cell walls of microorganisms that cause cell death microorganisms increased capacity results in all types of distillation with temperature steam biomass. Destilator type of serpentine tube is able to increase the capacity of higher yields of 16% compared with the type of helical tube.

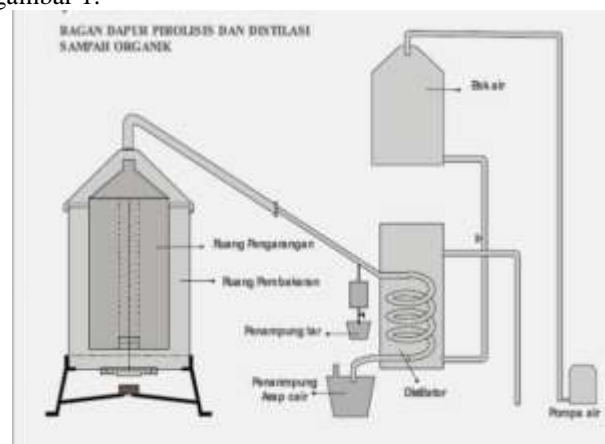
Keywords: Liquid smoke, pyrolysis, condensation, a natural preservative, phenol, acid compounds.

1. PENDAHULUAN

Limbah biomassa yang merupakan bahan organik yang banyak kita jumpai disekeliling kita. Biomassa tersebut belum dapat diambil manfaatnya secara ekonomi sebelum dilakukan proses lanjut/daur ulang. Limbah biomassa merupakan sumber energi dan bahan baku produk lainnya yang cukup besar potensinya untuk diolah lebih lanjut. Beberapa limbah biomassa yang potensial untuk bahan baku adalah tempurung kelapa, sampah organik, jerami, cangkang kopi, cangkang sawit. Hasil olahan dari limbah biomassa tersebut dapat digunakan untuk konversi energi, komposit material, bahan bakar briket, bahan pengawet berupa asap cair dan lainnya.

Pengertian umum asap cair (*liquid smoke*) merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain (Kamulyan, B., 2008). Bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat asap cair adalah tempurung kelapa, kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu, dan biomass lainnya. Asap cair bisa juga berarti hasil pendinginan dan pencairan asap dari bahan biomass yang dibakar dalam tabung tertutup. Asap yang semula partikel padat didinginkan dan kemudian menjadi cair itu disebut dengan nama asap cair. Asap cair umumnya digunakan sebagai pengganti teknik pengasapan konvensional.

Pengasapan ikan atau daging dilakukan untuk tujuan pengawetan makanan. Disamping itu juga untuk meningkatkan cita rasa dari makanan itu sendiri. Pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis yaitu penguraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas (Yuliwati dkk, 2011). Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pirolisis yakni: gas, *pyrolysis oil*, dan arang, yang mana proporsinya tergantung dari metode pirolisis, karakteristik biomassa dan parameter reaksi. Alat pirolisis seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alat Pirolisis Asap Cair (Hidayat DJ, 2013)

Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensator yang didalamnya terdapat pipa berupa koil melingkar yang dipasang dalam bak pendingin. Air pendingin dapat berasal dari air hujan yang ditampung dalam bak penampungan, air sumur, air sungai maupun PDAM.

Adapun permasalahan dari biomassa sebagai rujukan dalam penelitian ini, didasarkan atas berbagai pertimbangan sebagai berikut :

4. Biomassa yang merupakan sumber energi dari bahan dasar organik yang belum banyak dimanfaatkan. Biomassa masih dipandang sebagai limbah atau sampah yang tidak memiliki nilai ekonomis, sehingga cenderung dibuang sembarangan. Padahal biomassa dapat ditingkatkan nilainya dengan mengolah menjadi pupuk organik, asap cair dan bahan bakar.
5. Diperlukan peralatan dan teknologi untuk dapat mengolah biomassa menjadi asap cair yaitu pirolisator. Teknologi ini dapat dibuat sesuai skala produksi dan biaya yang ada, sehingga masyarakat dapat melakukan proses pirolisis sebagai bagian dari kegiatan usaha. Proses pengoperasian dari unit pirolisator ini juga tidak sulit termasuk juga proses maintenance/perawatannya.
6. Temperatur optimal pada pirolisator yang mampu menghasilkan asap cair dalam jumlah yang besar, serta jenis biomassa yang menghasilkan senyawa sebagai bahan pengawet bahan pangan.

Sedangkan tujuan yang diharapkan dari pengolahan limbah biomassa adalah sebagai berikut :

4. Mendapatkan gas asap melalui teknologi pirolisis dengan cara mengolah bahan biomassa yang ada disekeliling kita.
5. Mengetahui senyawa yang terkandung dalam gas asap dari jenis biomassa yang dijadikan sampel dalam penelitian ini yaitu : tempurung kelapa dan cangkang kulit kopi.
6. Mengetahui pengaruh peningkatan temperatur pirolisator terhadap kapasitas gas asap yang dihasilkan serta kandungan dalam gas asap biomassa tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini meliputi :

a. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Unit pirolisator yang sudah dilengkapi dengan pengukur temperatur dan tekanan.
2. Unit kondensor, dengan susunan pipa tipe : koil/helical tube dan serpentine tube
3. Timbangan
4. Pompa air
5. Pipa distribusi gas asap
6. Alat penangkap tar
7. Alat uji : Simadzu GCMS-TQ 8030
8. Biomassa : tempurung kelapa dan cangkang kulit kopi

b. Data teknik mesin penghasil asap cair meliputi :

1. Alat pirolisator

- Pirolisator bekerja pada suhu 32°C – 350°C
- Tabung Pirolisis mampu menahan tekanan kerja 5,3 - 6 bar dengan temperatur maksimal 650°C.
- Tabung pirolisis dilengkapi *stop kran*, *pressure gauge*, *thermometer*, dan *safety valve* untuk keperluan analisa.
- Skala maksimal termometer 400°C dengan jenis termometer bimetal.
- Skala maksimal *pressure gauge* 10 Kg/cm².
- *Safety valve* kompresor Shark ukuran 1,5 – 2 HP.
- Material tabung pirolisis baja tahan karat 201 (*Stainless Steel 201*) dengan tebal 1,8 mm.

2. Pipa distribusi uap

- Koefisien tahanan (K) pada pipa distribusi sebesar 11,342
- Jenis pipa penghubung yang digunakan adalah baja krom-nikel; diameter dalam = 19,05 mm, diameter luar = 20,25 mm dan tebal pipa= 0,6 mm
- Jenis aliran yang melalui pipa laminer.
- Kecepatan alir gas asap 1,516 m/s
- Panjang pipa penghubung pirolisator-kondensor adalah 1,52 meter.

3. Kondensor

- Tabung kondensor bahan stainless steel.
- Pipa kondensor menggunakan pipa tembaga dengan diameter 10 mm
- Panjang total pipa kondensor 5 m

Biomassa yang digunakan terdiri dari 2 macam, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1.2 berikut



(a) (b)
Gambar 2. Limbah biomassa (a) tempurung kelapa (b) cangkang kulit kopi



(a) (b)
Gambar 3. Perangkat penghasil asap cair (a) pirolisator (b) kondensor

c. Proses pembuatan asap cair

1. Sebelum dimasukkan ke reaktor pirolisis, biomassa tempurung kelapa dibersihkan dari kotoran dan sabut yang tertinggal. Kemudian tempurung kelapa dipecah menjadi beberapa bagian agar luas permukaan pembakaran menjadi lebih luas sehingga proses dapat berjalan lebih cepat.
2. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan cara penjemuran, untuk mengurangi kadar air pada tempurung kelapa.
3. Kemudian dilanjutkan dengan metode Pirolisis yang merupakan proses reaksi penguraian senyawa-senyawa penyusun kayu keras menjadi beberapa senyawa organik melalui reaksi pembakaran kering pembakaran tanpa oksigen. Reaksi ini berlangsung pada reaktor pirolisator yang bekerja pada temperatur 150-300°C selama 8 jam pembakaran.
4. Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensor yang berupa koil melingkar. Hasil dari proses pirolisis diperoleh tiga produk yaitu asap cair, tar, dan arang. Kondensasi dilakukan dengan pipa tembaga berdiameter 10 mm dengan 2 tipe (helical dan serpentine tube) yang dipasang dalam bak pendingin. Air pendingin menggunakan air sumur.
5. Asap hasil pembakaran biomassa dialirkan melalui pipa-pipa kecil atau *tube* dalam kondensor. Sedangkan air pendingin dialirkan di bagian luarnya atau didalam *shell* menggunakan sebuah pompa air. Parameter yang diukur adalah kapasitas hasil pirolisis asap cair. Hasil asap cair ditampung dalam sebuah bejana yang kemudian bisa di ketahui volumenya. Kapasitas hasil dihitung per satuan waktu.
6. Hal yang sama dilakukan pada biomassa cangkang kulit kopi.

Data yang sudah didapatkan, selanjutnya akan dianalisa untuk mengetahui sejauhmana unjuk kerja unit pirolisator penghasil gas asap cair terhadap bahan baku dari biomassa tempurung kelapa dan cangkang kulit kopi dengan variabel bebasnya adalah temperatur. Selanjutnya unjuk kerja unit pirolisator dapat ditentukan dengan melihat peningkatan kapasitas hasil dari kedua jenis tipe destilator dengan pendekatan empiris sebagai berikut :

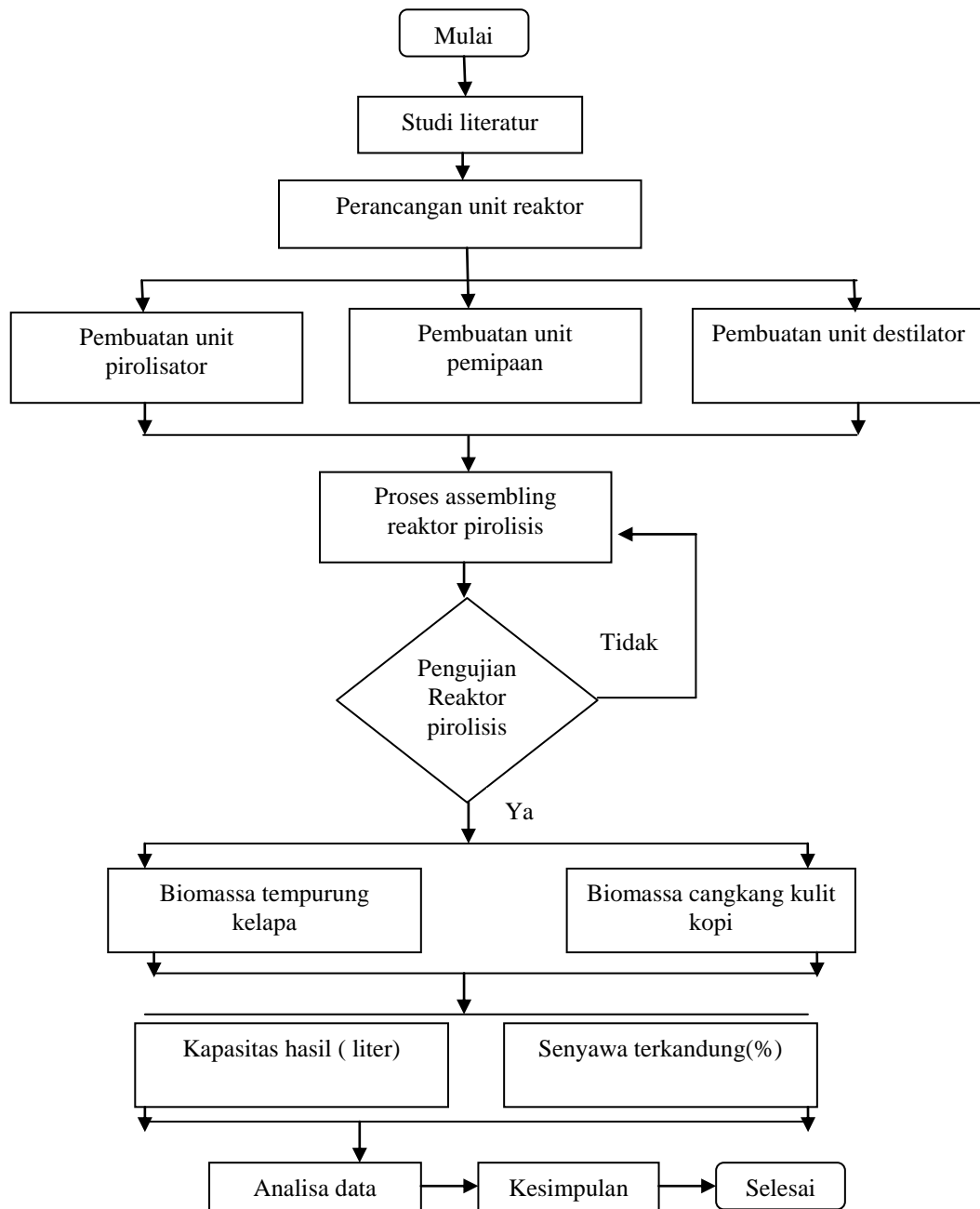
$$\% = \frac{W_2 - W_1}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

W₂ = berat awal (kg, liter)

W₁ = berat (kg, liter)

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagaimana ditunjukkan dalam diagram alir gambar 1.4.



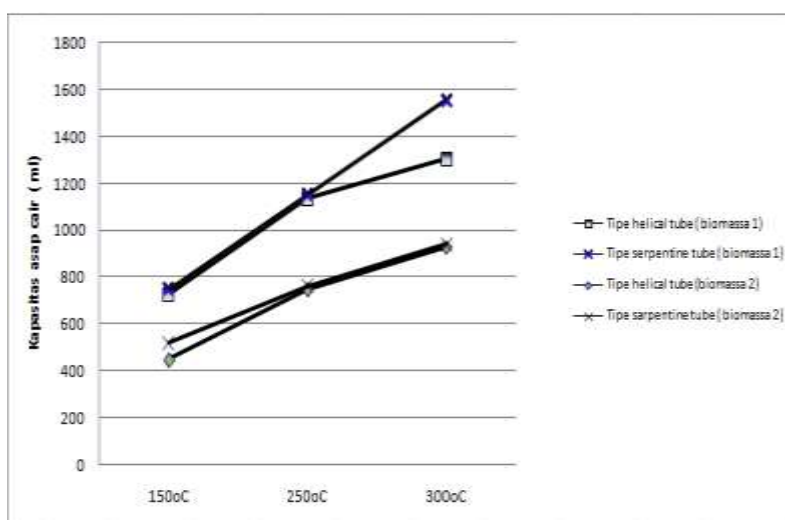
Gambar 4. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari hasil pengujian pada 2 biomassa penghasil gas asap cair dengan menggunakan metode pirolisis diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Kapasitas hasil (liter) gas asap cair

Jenis Biomassa	Kapasitas hasil asap cair terhadap temperatur pirolisis (ml)					
	Destilator tipe pipa koil/helical tube			Destilator tipe serpentine tube		
	150°C	250°C	300°C	150°C	250°C	300°C
Tempurung kelapa	728	1135	1305.25	749	1155	1554.5
	727	1133	1303.5	748	1152	1557
	724	1130	1300.25	750	1150	1556.5
Rerata	726.33	1132.67	1303	749	1152.33	1556.00
Cangkang kulit kopi	445	750	960	520	760.5	942
	450	749	959	519.5	762	942.5
	456	748	869	518	761.5	941
Rerata	450.33	749	929.33	519.17	761.33	941.83

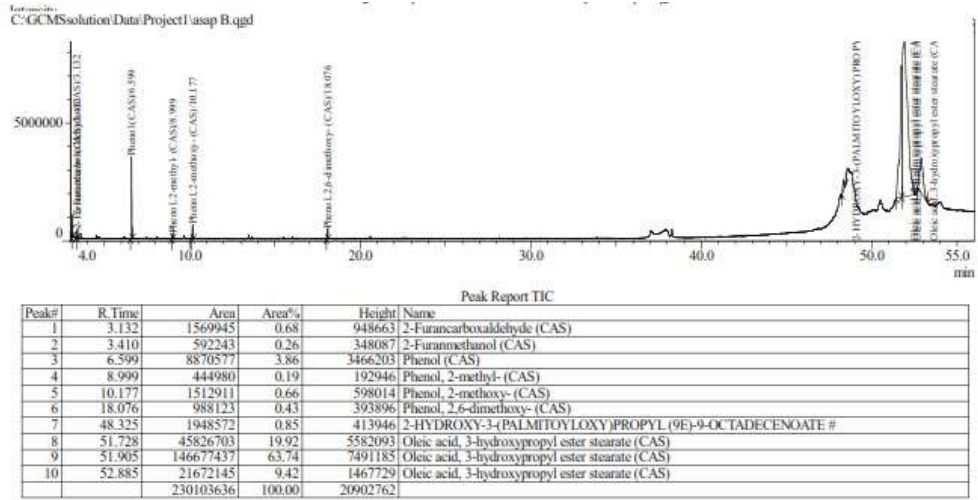


Gambar 5. Kapasitas asap cair biomassa terhadap perlakuan temperatur

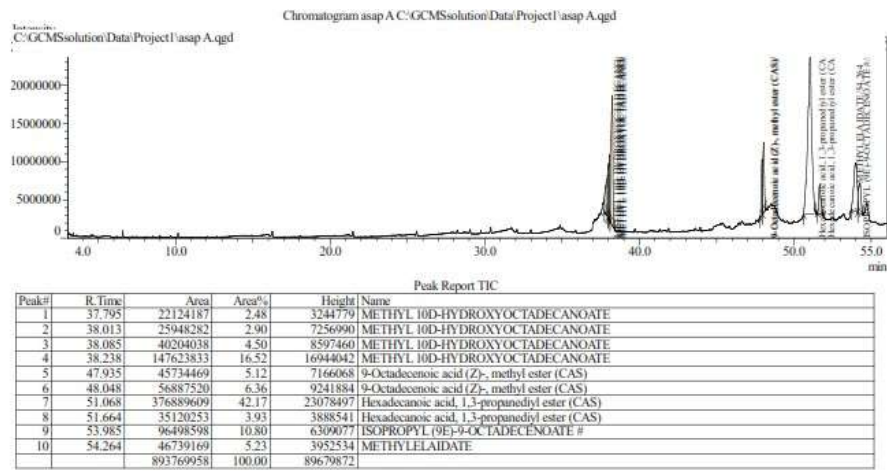
Tabel 2. Kandungan senyawa (%) gas asap cair

Jenis Biomassa	Temperatur operasi °C	Kandungan mayor senyawa dalam asap cair (%)		
		Fenol	Furan	Senyawa asam
Tempurung kelapa	150	62.78	25.98	10.31
	250	67.19	20.94	10.89
	300	72.56	15.86	11.05
Cangkang kulit kopi	150	5.14	0.94	93.08
	250	42.42	-	57.58
	300	50.86	-	48.67

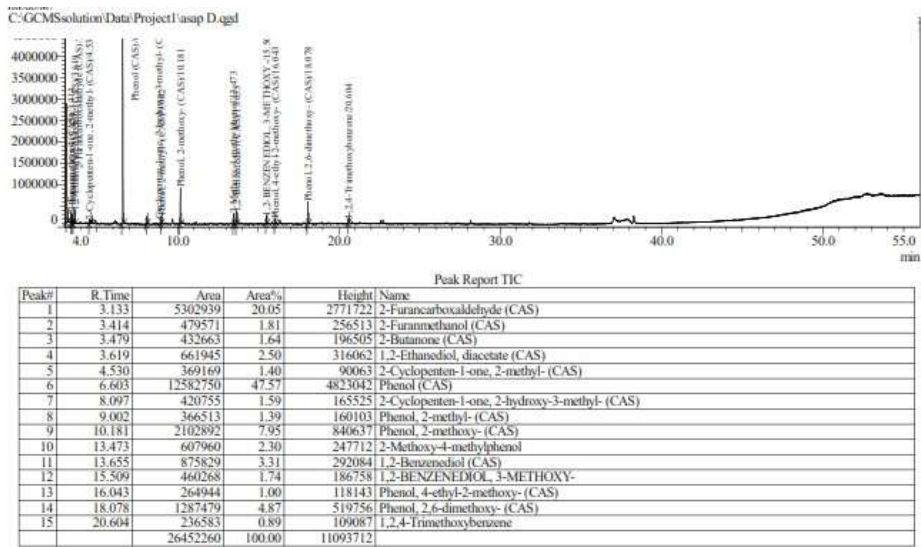
Tabel tersebut diatas merupakan data kandungan yang dominan, diperoleh melalui pengujian chromatografi pada sampel sebanyak 100 gram asap cair dengan alat uji Simadzu GCMS-TQ 8030 di Laboratorium teknik kimia Universitas Diponegoro Semarang, dengan gambar selengkapnya sebagai berikut :



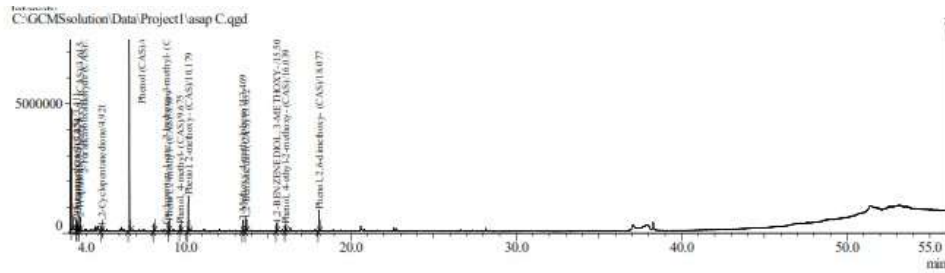
Gambar 6. Chromatogram asap cangkang kulit kopi temperatur 150°C.



Gambar 7. Chromatogram asap cangkang kulit kopi temperatur 250°C.



Gambar 8. Chromatogram asap tempurung kelapa temperatur 150°C.



Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Name
1	3.131	8322221	19.29	4639872	2-Furancarboxaldehyde (CAS)
2	3.411	712814	1.65	418797	2-Furanmethanol (CAS)
3	3.474	640469	1.48	308549	2-Butanone (CAS)
4	3.615	897002	2.08	523269	2-Propanone, 1-(acetyloxy)- (CAS)
5	4.921	442745	1.03	193728	1,2-Cyclopentanedione
6	6.608	20928762	48.52	8183596	Phenol (CAS)
7	8.098	694013	1.61	275306	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- (CAS)
8	8.999	795942	1.85	344881	Phenol, 2-methyl- (CAS)
9	9.675	736672	1.71	200659	Phenol, 4-methyl- (CAS)
10	10.179	3444752	7.99	1355485	Phenol, 2-methoxy- (CAS)
11	13.469	1022480	2.37	427731	2-Methoxy-4-methylphenol
12	13.652	1256001	2.91	456280	1,2-Benzenediol (CAS)
13	15.507	766298	1.78	294874	1,2-BENZENEDIOL, 3-METHOXY-
14	16.039	438805	1.02	198023	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy- (CAS)
15	18.077	2039615	4.73	811165	Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS)
		43138591	100.00	18632215	

Gambar 9. Cromatogram asap cangkang kulit kopi temperatur 250°C.

Efisiensi pirolisator dapat diketahui dengan menghitung kenaikan kapasitas hasil pada kedua jenis kondensor yang dipakai yaitu tipe helical dan serpentine tube.

Tabel 3. Peningkatan kapasitas hasil (%)

Jenis biomassa	Tipe helical tube		Tipe serpentine tube	
	150°C - 250 °C	250°C - 300 °C	150°C - 250 °C	250°C - 300 °C
Tempurung kelapa	35.87	13.07	35.00	25.94
Cangkang kulit kopi	39.88	19.40	31.81	19.16

Reaktor pirolisator sangat dipengaruhi oleh jenis biomassa, temperatur pembakaran serta tipe destilator yang berfungsi mengubah fase uap menjadi fase cair. Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa biomassa tempurung kelapa yang mempunyai struktur kayu keras pada temperatur yang sama menghasilkan senyawa fenol 30-33% yang lebih banyak dibandingkan dengan biomassa cangkang kulit kopi. Sedangkan biomassa cangkang kopi pada temperatur 150°C lebih banyak menghasilkan senyawa asam 93%. Senyawa asam ini menunjukkan perbandingan terbalik dengan variabel temperatur, dimana ketika temperatur gas asap dinaikkan senyawa asam menurun dan senyawa fenolnya meningkat. Kenaikan senyawa fenol yang sangat signifikan terjadi pada temperatur 250°C sebesar 85%. Senyawa fenol mempunyai fungsi sebagai antioksidan sehingga lebih optimal dalam hal menghambat kerusakan pangan dengan cara mendonorkan hidrogen sebagai bahan pengawet. Sedangkan kandungan asam efektif dalam mematikan dan menghambat pertumbuhan mikroba pada produk makanan dengan cara senyawa asam itu menembus dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan sel mikroorganisme mati.

Tabel 3.3 menunjukkan terjadi peningkatan kapasitas hasil pada semua tipe destilator seiring dengan meningkatnya temperatur uap biomassa. Destilator tipe serpentine tube mampu meningkatkan kapasitas hasil lebih tinggi 16% dibanding dengan tipe helical tube.

4. KESIMPULAN

Pirolisator merupakan unit reaktor untuk memproduksi gas asap cair, dengan prinsip kerja utama adalah mengubah fase gas asap yang dihasilkan dari pembakaran biomassa menjadi fase cair asap tersebut. Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian ini adalah :

1. Jenis biomassa sangat mempengaruhi unjuk kerja pirolisator dimana biomassa tempurung kelapa menghasilkan kapasitas hasil (ml) asap cair lebih banyak dibandingkan biomassa cangkang kulit kopi.
2. Destilator sebagai alat kondensasi gas menjadi cairan, menunjukkan kapasitas hasil yang lebih besar untuk tipe serpentine tube dibanding tipe helical tube dengan rata-rata selisih 16 %.

3. Unit pirolisator dapat bekerja sempurna, dimana senyawa kimia yang terkandung dalam biomassa dapat terurai sekaligus mampu menangkap senyawa tas pada asap yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.
4. Kandungan senyawa kimia asap cair pada kedua jenis biomassa didominasi senyawa fenol, furan dan senyawa asam. Senyawa ini merupakan zat pengawet untuk bahan pangan maupun non pangan melalui proses lanjut.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

1. Rektor Universitas Muria Kudus
2. Ka. Lemlit Universitas Muria Kudus
3. Tim inovasi dan kreatifitas teknologi mahasiswa teknik mesin Universitas Muria Kudus.
4. Laboratorium teknik mesin UMK dan Laboratorium kimia terpadu Undip Semarang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, DJ., 2013. *Pembuatan Asap Cair Dengan Metoda Pirolisis Sebagai Bahan Pengawet Makanan*, IPB, Bogor.
- Kamulyan, B., 2008. *Isolasi Bahan Bakar(Biofuels) dari Tar-asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa*, Tesis, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yuliwati, E., Santoso, B., 2011. *Studi Pendahuluan dan Pemilihan Bahan Alat Pembuat asap Cair dari Bahan Baku Tempurung Kelapa*. Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma.

Lampiran 4. Pengujian hasil pengawetan



Gambar 1. air garam



Gambar 2. air sumur



Gambar 3. KK 150⁰C



Gambar 4. KK 250⁰C



Gambar 5. TK 250⁰C



Gambar 6. TK 150⁰C

Keterangan gambar :

KK = Asap cair dari biomassa kulit kopi

TK = Asap cair dari biomassa tempurung kelapa