

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



ANALISIS PERUBAHAN FASA PADA PROSES
PEMBAKARAN RESIN DAMAR

Tahun ke-1 dari rencana 1 tahun

**Dibiayai oleh DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian
Nomor: 020/PL10.13/PL/2019, tanggal 1 April 2019**

TIM PELAKSANA

Dr. Jamal, S.T., M.T. (NIDN : 0028027305)
Marhatang, S.ST., M.T. (NIDN : 0017117409)

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
NOVEMBER 2019

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Analisis Perubahan Fasa Pada Proses Pembakaran Resin Damar

Kode / Nama Rumpun Ilmu : 431 / Teknik Mesin (dan ilmu permesinan lain)

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Jamal, S.T., M.T.

b. NIDN : 0028027305

c. Jabatan / Golongan : Lektor Kepala / IVa

d. Program Studi : Teknik Konversi Energi

e. Nomor HP : 081 343 670 304

f. Alamat Surel : jamal_mesin@poliupg.ac.id

Anggota Peneliti

a. Nama Lengkap : Marhatang, S.ST., M.T.

b. NIDN : 0017117409

c. Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Ujung Pandang

Lama Penelitian : 8 Bulan

Biaya Penelitian : Rp. 10.000.000,-

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Jamal, S.T., M.T.
NIP. 197302282000121002

Makassar, 27 – 02 – 2019

Ketua Peneliti,

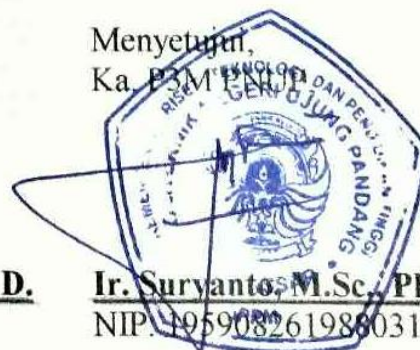
Dr. Jamal, S.T., M.T.
NIP. 197302282000121002

Menyetujui,
Pembantu Direktur 1 PNUP



Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197404231999031002

Menyetujui,
Ka. PSM PNUP



Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195908261986031002

RINGKASAN

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses perubahan fasa pada pembakaran resin damar. Menambah informasi tentang kelayakan resin damar sebagai bahan bakar alternatif. Mengetahui potensi resin damar sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Adapun tujuan umum dari penelitian ini adalah menemukan bahan bakar alternatif terbarukan sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi. Bahan bakar alternatif yang diteliti adalah resin damar.

Metode penelitian dilakukan secara eksperimental untuk mengetahui proses perubahan fasa pada pembakaran resin damar. Pengujian ini dilakukan terhadap resin damar adalah untuk mengetahui potensi resin damar sebagai bahan bakar alternatif. Uji pembakaran yang dilakukan adalah uji pembakaran massa kecil.

Peralatan yang digunakan adalah tungku pembakaran dan kamera digital. Kamera digital yang digunakan adalah Canon G15, kamera ini mempunyai kemampuan merekam film dengan kecepatan 240 f/s. Sebelum dilakukan pengujian dilakukan pemilihan resin damar padat yang bersih. Massa resin damar yang akan diuji adalah sebanyak 5 variabel massa 0,02 g; 0,04 g; 0,06 g; 0,08 g dan 0,10 g.

Hasil pembacaan kamera digital adalah berupa video dengan format mov, untuk pengolahan data video tersebut kemudian diubah menjadi image menggunakan program free video to jpg converter v.5.0.43 build 605. Kemudian dilakukan analisa hasil pembakaran untuk mengetahui proses perubahan fasa pada pembakaran resin damar. Luaran kegiatan pengujian adalah mengetahui tahapan proses perubahan fasa pada proses pembakaran resin damar.

Dari hasil pengujian dilakukan evaluasi tahapan proses perubahan fasa pada proses pembakaran resin damar untuk menambah informasi tentang kemampuan nyala dan kelayakan dari resin damar untuk dikembangkan menjadi salah satu bahan bakar alternatif. Luaran evaluasi hasil pengujian adalah prosiding atau jurnal.

Kata kunci : resin damar, perubahan, fasa, pembakaran.

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, sehingga laporan kemajuan penelitian dasar unggulan perguruan tinggi dengan judul “*Analisis Perubahan Fasa Pada Proses Pembakaran Resin Damar*” dapat terselesaikan.

Laporan kemajuan penelitian ini dapat terselesaikan atas bantuan berbagai pihak, untuk itu tim penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Anshar, M.Si. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Pembantu Direktur Bidang Akademik.
3. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.
4. Dr. Jamal, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
5. Seluruh tim pemantau dan penguji pelaksanaan kegiatan ini.
6. Segenap dosen Jurusan Teknik Mesin.
7. Para Staf Pegawai dan Teknisi jurusan Teknik Mesin, utamanya yang terlibat langsung dan turut membantu dalam penyelesaian penelitian ini.
8. Orang-orang yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga kegiatan ini dapat terlaksana.

Namun disadari bahwa tulisan ini masih belum sempurna. Untuk itu dengan kerendahan hati diharapkan saran dan kritikan yang membangun untuk perbaikan. Akhir kata semoga penelitian ini memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi masyarakat dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 23 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Ringkasan	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Bab I. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Khusus Penelitian	2
1.3. Urgensi (Keutamaan) Penelitian	3
1.4. Temuan dan Luaran yang Ditargetkan	3
Bab II. Tinjauan Pustaka	4
2.1. Potensi Resin Damar Sebagai Bahan Bakar Alternatif	4
2.2. Dampak Lingkungan Penggunaan Bahan Bakar Minyak Bumi ...	5
2.3. Perkembangan Penelitian Dan Hasil Yang Telah Dicapai	5
2.4. Studi Pendahuluan	7
2.5. Road Map Penelitian	8
2.5.1. Penelitian Yang Telah Dilakukan	8
2.5.2. Penelitian Yang Akan Dilakukan	10
2.5.3. Rencana Penelitian Kedepan	11
Bab III. Metode Penelitian	12
3.1. Tahapan Penelitian	12
3.1.1. Tahap Persiapan Sistem Pengujian	12
3.1.2. Tahap Pengujian	13
3.1.3. Tahap Evaluasi Hasil Pengujian	13
3.2. Diagram Penelitian	14
Bab IV. Hasil Dan Pembahasan	15
4.1. Hasil Yang Telah Dicapai	15
4.1.1. Tahap Pengambilan Data Penelitian	15
4.1.2. Tahap Pengolahan Data Penelitian	15

4.1.3. Tahap Pembuatan Jurnal Ilmiah	17
4.2. Hasil Yang Belum Dicapai	17
Bab V. Kesimpulan Dan Saran	19
5.1. Kesimpulan	19
5.2. Saran	19
Daftar Pustaka	20

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Keterangan	Hal.
Gambar 1.	Skema pengujian pembakaran massa kecil	12
Gambar 2.	Diagram alir langkah penelitian	14
Gambar 3.	Proses nyala api resin damar selama pembakaran	15
Gambar 4.	Tinggi nyala api resin damar selama pembakaran	16
Gambar 5.	Lebar nyala api resin damar selama pembakaran	16
Gambar 6.	Luas nyala api resin damar selama pembakaran	16

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia dan dunia Setiap tahunnya meningkat. Hal ini disebabkan peningkatan bidang industri dan transportasi (*BP Statistical Review of World Energy, 2014*).

Setiap tahunnya cenderung terjadi peningkatan konsumsi BBM di Indonesia, sebaliknya cenderung terjadi penurunan produksi (*BP Statistical Review of World Energy, 2014*). Penurunan produksi BBM disebabkan cadangan terbukti minyak bumi di Indonesia tidak meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama Indonesia memiliki ketergantungan impor BBM. Solusi mengatasi masalah tersebut, diantaranya adalah dengan mengembangkan sumber-sumber energi alternatif terbarukan.

Berdasarkan *BP Statistical Review of World Energy, 2014*, cadangan terbukti minyak bumi dunia hanya mampu bertahan 53,3 tahun. Untuk itu dibutuhkan upaya-upaya pemanfaatan energi alternatif. Pada tahun 2013, persentase konsumsi total energi alternatif di Indonesia adalah sebesar 7,86 % dan di dunia sebesar 27,12 %. persentase tersebut masih perlu dikembangkan.

Terdapat berbagai upaya meningkatkan energi alternatif terbarukan untuk menggantikan BBM, diantaranya dengan mengembangkan berbagai bahan bakar alternatif yang bersumber dari berbagai tumbuh-tumbuhan (*biofuel*). Selama ini bahan bakar *biofuel* telah diproduksi, persentase produksi bahan bakar *biofuel* terhadap produksi bahan bakar minyak bumi pada tahun 2013 di Indonesia adalah sebesar 3,77 % dan di dunia sebesar 1,58 %.

Terbatasnya cadangan BBM dan polusi udara, sehingga dibutuhkan penggunaan bahan bakar alternatif (Kazakov, et al, 2003). Diperlukan upaya bersama untuk menggantikan BBM dengan bahan bakar terbarukan (Anand, et al, 2010). Semakin tingginya tingkat pencemaran lingkungan sehingga diperlukan investasi baru untuk produksi *biofuel* (Giannelos, et al, 2005). Telah banyak dilakukan upaya mengurangi emisi gas buang tanpa mengorbankan efisiensi

mesin (Dubreuil, et al, 2007; Piperel, et al, 2009; Anderlohr, et al, 2009; Marco, et al, 2009; Xing, et al, 2011). Upaya mengurangi emisi gas buang juga dilakukan dengan pemanfaatan bahan bakar yang bersumber dari tumbuh-tumbuhan. Bahan bakar yang bersumber dari tumbuh-tumbuhan telah banyak diteliti, antara lain minyak biji tembakau (Giannelos, et al, 2002), minyak biji tomat (Giannelos, et al, 2005), minyak sayuran (Demirbas, 2008) dan minyak kedelai (Moser, 2009).

Salah satu tumbuhan yang juga layak dijadikan bahan bakar alternatif (*biofuel*) adalah resin damar (Jamal, et al, 2015). Resin damar (*Dipterocarpaceae*) mengandung senyawa hidrokarbon dan ikatan senyawa karbon lainnya (Jamal, et al, 2015), kandungan ini menunjukkan bahwa resin damar berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif. Mulyono et al (2012) juga mengamati komposisi senyawa resin damar dan memperoleh hasil bahwa terdapat senyawa hidrokarbon dan beberapa senyawa karbon, hal ini menunjukkan resin damar layak dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan.

Penelitian ini merupakan studi lanjut dari hasil penelitian Jamal (2015) untuk mengamati potensi resin damar sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Penelitian ini berupaya mengamati proses perubahan fasa pada pembakaran resin damar. Dengan mengetahui proses perubahan fasa tersebut maka dapat memberikan informasi tambahan tentang kemampuan nyala dan mempertahankan nyala dari resin damar, sehingga diperoleh informasi tambahan tentang kelayakan resin damar sebagai bahan bakar alternatif semakin bertambah.

1.2. Tujuan Khusus Penelitian

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui proses perubahan fasa pada pembakaran resin damar.
2. Menambah informasi tentang kelayakan resin damar sebagai bahan bakar alternatif.
3. Mengetahui potensi resin damar sebagai bahan bakar alternatif terbarukan.

Adapun tujuan umum dari penelitian ini adalah menemukan bahan bakar alternatif terbarukan sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi. Bahan bakar alternatif yang diteliti adalah resin damar.

1.3. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Terjadinya peningkatan kebutuhan energi di Indonesia dan di dunia setiap tahunnya. Sebaliknya di Indonesia cenderung terjadi penurunan produksi minyak bumi karena cadangan terbukti minyak bumi di Indonesia tidak meningkat, menyebabkan setiap tahunnya terjadi perbedaan selisih produksi dan konsumsi bahan bakar yang semakin besar, sehingga semakin lama Indonesia memiliki ketergantungan impor minyak bumi, yang dapat mengganggu perkembangan perekonomian Indonesia.

Cadangan terbukti minyak bumi dunia hanya mampu bertahan 53,3 tahun, sehingga memaksa manusia untuk mencari sumber-sumber energi baru. Pencarian tersebut dilakukan dengan menemukan, mengembangkan dan memanfaatkan energi alternatif baru dan terbarukan.

Semakin terbatasnya cadangan minyak bumi dan masalah polusi udara, sehingga menjadi kebutuhan mendesak penggunaan bahan bakar alternatif. Upaya yang telah dilakukan untuk meningkatkan energi alternatif adalah dengan mengembangkan berbagai bahan bakar alternatif yang bersumber dari berbagai tumbuh-tumbuhan (*biofuel*), bahan bakar alternatif tersebut nantinya diharapkan dapat menggantikan bahan bakar minyak bumi dan ramah terhadap lingkungan.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya, resin damar merupakan salah satu bahan bakar dari tumbuhan yang layak dijadikan bahan bakar alternatif (*biofuel*).

1.4. Temuan dan Luaran yang Ditargetkan

Hasil penelitian yang ditargetkan adalah menambah informasi tentang kelayakan resin damar sebagai bahan bakar alternatif, sehingga kedepan dapat dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan sebagai pengganti BBM. Adapun rencana target capaian penelitian adalah mengikuti seminar nasional yang dilaksanakan di Politeknik Negeri Ujung Pandang dan seminar internasional yang dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Solo.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensi Resin Damar Sebagai Bahan Bakar Alternatif

Resin damar merupakan hasil dari penyadapan pohon damar yang termasuk famili *Dipterocarpaceae*. Penelitian ini menggunakan resin damar mata kucing sebagai bahan utama, hal ini karena resin damar ini banyak diproduksi di Indonesia (Duryat, 2006). *Dipterocarpaceae* memiliki keluarga yang relatif besar terdiri dari 16 genus dan sekitar 600 spesies (Cronquist, 1981), menunjukkan bahwa resin damar memiliki potensi dari segi jumlah genus dan spesies.

Dipterocarpaceae adalah pohon hutan yang tersebar dari asia tenggara (Symington, 1974) hingga ke Amerika Selatan dan Afrika (Ashton, 1980). Pohon damar terdapat di Indonesia (Vincent, et al, 2009; Yassir, et al, 2010) dengan berbagai jenis spesies (Cronquist, 1981). Pohon damar tersebut berkontribusi 30% dari luas total hutan di Indonesia (Dutta, et al, 2011). Dengan luas hutan pohon damar yang sangat besar maka damar berpotensi sebagai bahan bakar alternatif.

Pulau Sumatera (Krui, Lampung) memiliki daerah *Agroforest* pengolahan resin damar, pohon damar tersebut terletak dihutan dan dimiliki secara individual dan dikelola sebagai perkebunan (Michon et al, 1995; Michon et al, 2000). Produksi resin damar dari pohon damar di Krui (Lampung) adalah yang terbesar dan menyumbang kurang lebih 80% dari total produksi nasional (Duryat, 2006).

Tabel 1. Produksi resin damar di Krui (Lampung) (Michon, et al, 2000)

Kawasan geografis	A	B	C	D	E
Produksi damar rata-rata					
Jumlah (ton per tahun)	2000	5410	530	450	1310
Persentase dari produksi total	20,6 %	55,9 %	5,4 %	4,6 %	13,5 %

Produk resin damar pada tabel 1 adalah total 9.700 ton pertahun dihasilkan dari 29.000 ha luas hutan, saat ini (Duryat, 2006) produksi telah mencapai 25.000 ton pertahun. Produksi dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan seluruh hutan di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, terlebih jika memanfaatkan seluruh luas hutan di Indonesia adalah yaitu 133.224.800 ha (Yasman, 2013).

2.2. Dampak Lingkungan Penggunaan Bahan Bakar Minyak Bumi

Saat ini kendaraan transportasi bermotor lebih dari 95% menggunakan minyak bumi. Penggunaan bahan bakar juga telah menyebabkan terjadinya pencemaran. Alat transportasi darat secara signifikan menjadi sumber polusi udara di abad terakhir (Blanco, et al, 2013). Penyebab utama pemanasan global adalah emisi gas buang (Karabektas, et al, 2013).

Terjadinya peningkatan masalah lingkungan yang terkait dengan meningkatnya emisi CO₂, NO_x dan SO_x yang dihasilkan bahan bakar fosil dan sangat berdampak buruk bagi kesehatan manusia (Colvile, et al, 2001; Zhiao, et al, 2010; Pawelec, et al, 2011). Meningkatnya emisi CO₂ dari kendaraan transportasi darat merupakan hal yang memperparah efek gas rumah kaca (GRK) dan perubahan iklim (Xingcai, et al, 2011). Selain itu, senyawa sulfur juga mencegah semua upaya pengembangan teknologi utamanya pengendalian pencemaran (Bartholomew, et al, 1982; Blumberg, et al, 2003; Serio, et al, 2008). Hampir tidak mungkin untuk mengurangi polusi udara yang disebabkan transportasi tanpa menghapus belerang dari bahan bakar (Blanco, et al, 2013).

2.3. Perkembangan Penelitian Dan Hasil Yang Telah Dicapai

Biofuel adalah bahan bakar alternatif dan sumber energi terbarukan yang bersumber dari tumbuh-tumbuhan. Ketika bahan tersebut dibakar, karbon yang dilepas kembali ke atmosfer dan dapat didaur ulang menjadi pertumbuhan tanaman untuk generasi berikutnya (Zhiao, et al, 2010; Li, et al, 2011). Penggunaan bahan bakar alternatif dari hasil (limbah) pertanian berpengaruh besar terhadap penurunan emisi CO₂ (Karabektas, et al, 2013; Pan, et al, 2009).

Dengan beberapa proses pengolahan tambahan, produk limbah pada makanan dan tumbuhan dapat ditingkatkan nilainya menjadi bahan baku untuk *biofuel* (Giannelos, et al, 2002; Giannelos, et al, 2005). Lebih dari 350 tanaman penghasil minyak telah diidentifikasi sebagai bahan potensial untuk produksi *biofuel* masa depan (Korbitz, 1999).

Biofuel telah diusulkan dan menjanjikan sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin pembakaran dalam (Agarwal, 2007; Demirbas, 2007; Ramadhas, et al, 2005; Anand, et al, 2010). Banyak publikasi jurnal yang menunjukkan bahwa

bakar, densitas, viskositas, destilasi, *cloud point* dan *pour point*, cfpp (*cold filter plugging point*) dan fpt (*filter plugging tendensi*), titik nyala, sifat korosif, sifat pelumasan, kandungan air dan uji kandungan kimia bahan bakar.

Giannelos (2002) meneliti minyak ekstraksi biji tembakau, dan juga meneliti minyak ekstraksi biji tomat (Giannelos, et al, 2005), yang diuji beberapa sifat fisik penting dari bahan bakar alternatif dan dibandingkan dengan minyak nabati lainnya, serta dibandingkan pula dengan standar eropa penggunaan bahan bakar mesin diesel.

Giannelos (2005) meneliti sifat kimia minyak dari proses ekstraksi biji tomat. Diperoleh hasil bahwa terdapat senyawa hidrokarbon dan ikatan karbon lainnya, sehingga ekstraksi biji tomat layak dijadikan bahan bakar alternatif.

Giannelos (2002) meneliti sifat kimia minyak dari proses ekstraksi biji tembakau. Diperoleh hasil bahwa terdapat senyawa hidrokarbon dan ikatan karbon lainnya, sehingga layak dijadikan bahan bakar alternatif.

2.4. Studi Pendahuluan

Selain dari segi potensi kuantitas dari resin damar, maka faktor potensi kualitas resin damar juga perlu diamati. Terdapat beberapa penelitian yang mendukung pemanfaatan resin damar sebagai bahan bakar alternatif, diantaranya yang dilakukan oleh Jamal et al (2015) dan Mulyono et al (2012) yang meneliti kandungan resin damar dan diperoleh bahwa resin damar memiliki senyawa hidrokarbon dan senyawa ikatan karbon lainnya sehingga resin damar layak untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif terbarukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Mulyono et al (2012) yang melakukan identifikasi komponen kimia dari resin damar (*Shorea Javanica K et V*) dengan metode FTIR dan GCMS yang diawali dengan proses pemurnian dengan penyaringan panas (105°C), diperoleh hasil uji FTIR bahwa terdapat ikatan hidrokarbon yang menunjukkan potensi pemanfaatan resin damar sebagai bahan bakar alternatif, dan dikuatkan hasil uji GCMS bahwa terdapat senyawa hidrokarbon dalam resin damar, dengan adanya senyawa hidrokarbon menunjukkan bahwa terdapat potensi dari resin damar untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan.

2.5. Road Map Penelitian

2.5.1. Penelitian Yang Telah Dilakukan

Telah dilakukan berbagai pengujian dari resin damar, adapun hasil pengujian sifat fisik dan kimia dari resin damar dapat dilihat pada tabel 2 (Jamal, 2015), dan sebagai pembanding adalah *biofuel* dari tumbuh-tumbuhan yang telah diolah menjadi minyak (Giannelos et al, 2002; Giannelos et al, 2005).

Energi yang terkandung dalam resin damar cair secara keseluruhan lebih rendah dibandingkan bahan bakar *biofuel* lainnya, hal ini dapat dilihat pada tabel 2 Sehingga kemampuan resin damar untuk membangkitkan tenaga lebih kecil.

Tabel 2 juga menunjukkan hasil bahwa resin damar cair memiliki *cloud point* dan *pour point* yang setara dengan bahan bakar lainnya, walaupun nilai pada resin damar cair yang memerlukan uji lanjut.

Tabel 2. Perbandingan sifat-sifat fisik dan kimia berbagai minyak nabati/biodiesel

Biodiesel /Minyak nabati	Density (g/ml)	Energy content (MJ/kg)	Cloud point (°C)	Pour point (°C)	Flash point (°C)	Sulfur content (wt.%)
Corn	0.9095	39.5	-1.1	-40.0	277	0.010
Cottonseed	0.9148	39.5	1.7	-15.0	234	0.010
Peanut	0.9026	39.8	12.8	-6.7	271	0.010
Rapeseed	0.9115	39.7	-3.9	-31.7	246	0.010
Sesame	0.9133	39.3	-3.9	-9.4	260	0.010
Soya bean	0.9138	39.6	-3.9	-12.2	254	0.010
Sunflower	0.9161	39.6	7.2	-15.0	274	0.010
Tobacco	0.9175	39.4	-7.8	-14.0	220	0.006
Tomatto	0.9151	35.9	-8.9	-16.1	189	0.004
Dammar	1.0824	33.1	53	68	153	0.004

Lanjutan Tabel 2.

Biodiesel /vegetable oil	Ash content (wt.%)	Iodine value (cg I/g)	Sap. value (mg KOH/g)	Cetane number	Kine. visc. (mm² /s)
Corn	0.01	122.6	187 - 195	37.6	34.9
Cottonseed	0.01	105.7	189 - 198	41.8	33.5
Peanut	0.005	-	187 - 196	41.8	39.6
Rapeseed	0.054	130.0	168 - 181	37.6	37.0
Sesame	< 0.01	106.6	187 - 195	40.2	35.5
Soya bean	< 0.01	112.5	189 - 195	37.9	32.6
Sunflower	< 0.01	125.5	188 - 194	37.1	33.9
Tobacco	0.008	135.0	193	38.7	27.7
Tomatto	0.034	124.0	195	41.0	28.0
Dammar	0.037	50.7	217.8	59.9	-

Dibandingkan dengan bahan *biofuel* lainnya pada tabel 2, secara keseluruhan resin damar cair memiliki titik nyala terendah, walaupun dibandingkan dengan solar rata-rata masih lebih besar dari standar Eropa 55 °C dan Pertamina 52 °C.

Kandungan sulfur dari resin damar cair seluruhnya lebih rendah dari seluruh bahan bakar *biofuel* lain yang terdapat pada tabel 2, hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar resin damar tidak bersifat korosif dan tidak mencemari lingkungan.

Kadar abu resin damar cair pada tabel 2 memiliki nilai yang setara dengan bahan bakar *biofuel* lainnya. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa resin damar cair memiliki *iodine value* dan *saponification value* yang lebih rendah dari bahan bakar lainnya.

Lima komposisi resin damar cair memiliki *viscositas kinematic* yang lebih rendah dibandingkan seluruh bahan bakar *biofuel* pada tabel 2, hanya komposisi D60E40 yang memiliki *viscositas kinematic* yang lebih tinggi dari bahan bakar *biofuel* lainnya pada tabel 2.

Secara keseluruhan sifat fisik dan kimia resin damar cair dibandingkan dengan bahan bakar *biofuel* lainnya memenuhi syarat sebagai bahan bakar alternatif terbarukan (*biofuel*) terdapat sifat yang masih belum memenuhi harapan yaitu nilai energinya.

Tabel 3: Senyawa kimia resin damar hasil GC-MS

Carbon amount	Chemical formula	wt%
C ₆ – C ₁₀	C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃ , C ₇ H ₂₂ O ₂ Si ₃ , C ₁₀ H ₁₆ , C ₁₀ H ₁₈ O and C ₁₀ H ₃₀ O ₃ Si ₄ .	10,43
C ₁₁ – C ₁₂	C ₁₁ H ₁₃ NO ₃ , C ₁₁ H ₁₇ NOSi, C ₁₂ H ₂₂ Si ₂ , C ₁₂ H ₁₃ NO, C ₁₂ H ₈ C ₁₂ O ₂ , C ₁₂ H ₁₀ FN and C ₁₂ H ₁₈ O ₂ Si.	21,13
C ₁₃ – C ₁₇	C ₁₃ H ₁₈ O ₃ , C ₁₃ H ₂₀ O ₂ , C ₁₃ H ₁₂ N ₄ O ₂ , C ₁₃ H ₂₁ NO, C ₁₃ H ₂₂ OSi, C ₁₃ H ₂₂ OSi ₂ , C ₁₃ H ₁₉ BrO ₂ , C ₁₃ H ₂₃ NO ₂ Si ₂ , C ₁₄ H ₂₀ O ₂ , C ₁₅ H ₂₄ , C ₁₅ H ₂₂ O ₂ , C ₁₅ H ₁₃ N, C ₁₅ H ₂₄ O ₂ Si, C ₁₆ H ₁₄ O ₃ , C ₁₆ H ₁₆ O ₃ , C ₁₇ H ₁₆ O, C ₁₇ H ₁₈ O ₂ , C ₁₇ H ₂₀ O ₂ , C ₁₇ H ₂₀ O ₃ , C ₁₇ H ₂₄ O ₃ and C ₁₇ H ₃₀ OSi.	33,31
C ₁₈ – C ₂₀	C ₁₈ H ₂₂ O, C ₁₈ H ₁₉ NO ₂ , C ₁₉ H ₂₈ , C ₁₉ H ₂₈ O, C ₂₀ H ₁₄ , C ₂₀ H ₃₂ and C ₂₀ H ₃₀ O.	11,11
C ₂₇ – C ₂₉	C ₂₇ H ₄₆ O, C ₂₈ H ₄₆ O and C ₂₉ H ₅₀ O	24,02

Secara keseluruhan senyawa kimia yang terkandung dalam resin damar dapat dilihat pada tabel 3 (Jamal, 2015). Untuk memudahkan dalam menganalisa, senyawa yang diperoleh disetarakan dengan produk bahan bakar minyak bumi yaitu *gasoline*, *kerosene*, *light gas oil* dan *heavy gas oil*.

Pada tabel 3 terlihat bahwa terdapat 10 senyawa yang setara dengan *gasoline* dan terdapat 11 senyawa yang setara dengan *kerosene* juga terdapat 29 senyawa yang setara dengan *light gas oil* serta terdapat 8 senyawa yang setara dengan *heavy gas oil*, terdapat tiga senyawa yang memiliki karbon lebih dari 25. Berdasarkan hasil tersebut maka senyawa hidrokarbon yang terbentuk memiliki temperatur penguapan dan nyala yang berbeda-beda dan dikelompokkan menjadi lima kelompok berdasarkan kesetaraan dengan bahan bakar minyak.

Berdasarkan hasil pengujian GC-MS juga diperoleh hasil bahwa senyawa kimia yang terkandung memiliki rangkaian yang terbentuk dari karbon (C) dan hidrogen (H) yang merupakan senyawa golongan hidrokarbon yang sangat mudah terbakar. Senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam resin damar, menunjukkan bahwa resin damar memiliki potensi sebagai bahan bakar (Li, et al, 2011; Liu, et al, 2013), serta berbagai ikatan karbon yang memperjelas potensi tersebut (Giannelos, et al, 2002; Giannelos, et al, 2005; Li, et al, 2011; Liu, et al, 2013).

Pada tabel 3 terlihat bahwa kandungan senyawa yang setara *gasoline* adalah sebesar 10,43 %, senyawa yang setara *kerosene* sebesar 21,13 %, senyawa yang setara *light gas oil* sebesar 33,31 %, dan senyawa yang setara *heavy gas oil* sebesar 11,11 %, sedangkan senyawa yang memiliki karbon lebih besar dari 25 adalah sebesar 24,02 %.

Penelitian di atas telah menunjukkan kemampuan dan potensi resin damar sebagai bahan bakar alternatif terbarukan, sifat-sifat tersebut masih perlu untuk dilengkapi agar potensi resin damar sebagai bahan bakar alternatif terbarukan semakin lengkap.

2.5.2. Penelitian Yang Akan Dilakukan

Penelitian yang akan dilakukan adalah mengamati dan menganalisa tahapan proses perubahan fasa pada pembakaran resin damar. Saat terjadi proses pembakaran, kemampuan resin damar untuk berupa fasa dari padat yang akhirnya

berubah menjadi ke gas dapat memberikan informasi tentang kemampuan nyala dan kemampuan mempertahankan nyala saat terjadi proses pembakaran.

Fenomena yang akan terjadi saat pembakaran resin damar adalah resin damar yang awalnya berwujud padat, saat penyalaan secara bertahap berubah menjadi fasa cair dan akhirnya menjadi fasa gas, pada fasa gas inilah resin damar terbakar hingga seluruh material habis.

Informasi tentang kemampuan berubah fasa merupakan informasi tambahan yang sangat dibutuhkan untuk mengetahui kelayakan dan potensi resin damar sebagai bahan bakar alternatif.

2.5.3. Rencana Penelitian Ke Depan

Rencana penelitian ke depan yaitu mengamati sifat-sifat lain yang dimiliki oleh resin damar utamanya yang berhubungan dengan kelayakan dan potensi resin damar untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Sifat-sifat lain tersebut berupa sifat fisik, sifat kimia dan model pembakaran dari resin damar. Dengan melengkapi sifat-sifat tersebut maka pada akhirnya resin damar dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.

BAB III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan secara eksperimental untuk mengetahui salah satu indikator kelayakan resin damar sebagai bahan bakar alternatif. Indikator yang ingin diketahui dalam penelitian ini adalah proses perubahan fasa pada pembakaran resin damar. Dengan mengetahui proses perubahan fasa tersebut maka dapat memberikan informasi tambahan tentang kemampuan nyala dan mempertahankan nyala dari resin damar. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tambahan mengenai kelayakan dan potensi resin damar sebagai bahan bakar alternatif. Material resin damar yang diuji berwujud padat, saat penyalaan secara bertahap berubah menjadi fasa cair dan akhirnya menjadi fasa gas, pada fasa gas inilah resin damar terbakar hingga seluruh material habis.

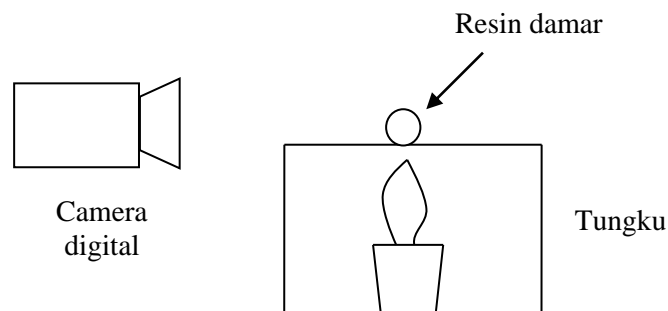
3.1. Tahapan Penelitian

Penelitian akan dilakukan menggunakan metode eksperimental yang akan dilakukan secara bertahap dimulai dengan tahap persiapan sistem pengujian, kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian, dan diakhiri dengan tahap evaluasi hasil pengujian.

3.1.1. Tahap Persiapan Sistem Pengujian

a. Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan adalah tungku pembakaran dan kamera digital. Kamera digital yang digunakan adalah Canon G15, kamera ini mempunyai kemampuan merekam film dengan kecepatan 240 f/s. Skema pengujian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Skema pengujian pembakaran massa kecil

b. Persiapan Sampel

Sampel yang diamati adalah resin damar padat. Sebelum dilakukan pengujian dilakukan pemilihan resin damar padat yang bersih. Massa resin damar yang akan diuji adalah sebanyak 5 variabel massa 0,02 g; 0,04 g; 0,06 g; 0,08 g dan 0,10 g

3.1.2. Tahap Pengujian

c. Langkah Kerja

1. Nyalakan tungku pembakaran selama 5 menit.
2. Hidupkan kamera digital, dengan perekaman 240 f/s.
3. Letakkan resin damar dengan berat 0,02 g di atas tungku pembakaran dengan cara menjatuhkan.
4. Amati resin damar hingga terjadi proses penyalan.
5. Setelah nyala resin damar padam, matikan kamera digital.
6. Ulangi pengujian sampel 0,02 g sebanyak 5 kali.
7. Ulangi pengujian di atas untuk berat yang lain (0,04; 0,06; 0,08 dan 0,10 g).
8. Ulangi pengujian setiap sampel sebanyak 5 kali.

Hasil pembacaan kamera digital adalah berupa video dengan format mov, untuk pengolahan data video tersebut kemudian diubah menjadi *image* menggunakan program *free video to jpg converter v.5.0.43 build 605*. Kemudian analisa hasil pembakaran untuk mengetahui proses perubahan fasa pada pembakaran resin damar.

Luaran kegiatan pengujian adalah mengetahui tahapan proses perubahan fasa pada proses pembakaran resin damar.

3.1.3. Tahap Evaluasi Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian dilakukan evaluasi tahapan proses perubahan fasa pada proses pembakaran resin damar untuk menambah informasi tentang kemampuan nyala dan kelayakan dari resin damar untuk dikembangkan menjadi salah satu bahan bakar alternatif. Luaran evaluasi hasil pengujian adalah prosiding atau jurnal.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



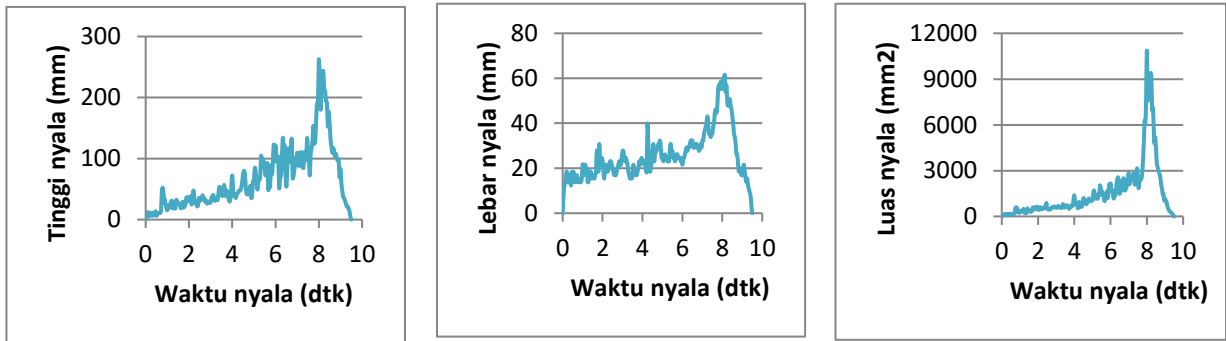
Gambar 2. Proses nyala api selama pembakaran resin damar

Model nyala api pembakaran dapat dilihat pada gambar 2, dimana terjadi pembesaran nyala api secara bertahap hingga mencapai puncaknya, setelah itu secara cepat nyala api menjadi padam yang disebabkan karena material resin damar telah habis. Hasil pemeriksaan pembakaran resin juga membuktikan bahwa resin damar terbakar secara keseluruhan hingga material habis.

Setelah seluruh rekaman film yang berlangsung sekitar 10 detik diubah menjadi frame dimana diketahui laju perekaman adalah 240 f/s maka diperoleh jumlah frame sekitar 2400 frame foto kemudian diukur satu persatu untuk melihat perubahan tinggi, lebar dan luas nyala api setiap saat. Maka diperoleh model nyala api dengan mengamati perubahan tinggi nyala api yang dapat dilihat pada gambar 3(a), juga diperoleh model nyala api dengan mengamati perubahan lebar nyala api yang dapat dilihat pada gambar 3(b), juga diperoleh model nyala api dengan mengamati perubahan luas nyala api yang dapat dilihat pada gambar 3(c).

Pada gambar 3, terlihat bahwa model nyala api baik tinggi, lebar maupun luasnya mengalami fluktuasi, tetapi kecenderungannya secara bertahap semakin lama mengalami pembesaran tinggi, lebar dan luas nyala api, hingga pada akhirnya mencapai puncaknya setelah itu secara cepat nyala api menjadi padam. Dengan melihat waktu yang ditempuh hingga mencapai puncak nyala jauh lebih lama dari waktu yang dibutuhkan untuk padam hal ini menunjukkan bahwa resin damar sangat mudah menyala dan padamnya nyala api pembakaran resin damar

bukan disebabkan ketidakmampuannya untuk menyala tetapi melainkan disebabkan karena material resin damar telah habis terbakar.



(a)

(b)

(c)

Gambar 3. Tinggi (a), lebar (b) dan luas (c) nyala api pembakaran resin damar

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model nyala api pembakaran resin damar diperoleh bahwa tinggi, lebar dan luas nyala api yang fluktuatif, tetapi memiliki kecenderungan untuk terus meningkat secara bertahap hingga mencapai puncaknya setelah itu akan turus secara drastis hingga padam.
2. Pada proses pembakaran, resin damar mampu mempertahankan nyala api dan baru padam ketika material habis, hal ini menjadi salah satu indikator bahwa resin damar layak sebagai bahan bakar alternatif.

5.2. Saran

Adapun saran untuk pengujian atau penelitian selanjutnya, adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian dengan melakukan pengujian kemampuan nyala dari resin damar sehingga dapat lebih menguatkan bahwa resin damar sebagai salah satu bahan bakar alternatif.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menguji sifat-sifat fisika dari resin damar yang merupakan sifat fisika sebagai suatu bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal A. K. 2007. *Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines*. Progress in Energy and Combustion Science 33, 233–271.
- Agarwal A. K. dan Rajamanoharan K. 2009. Experimental investigation of performance and emissions of Karanja oil and its blends in a single cylinder agricultural diesel engine. Applied Energy, 86 : 106-112.
- Agarwal D.; Sinha S. dan Agarwal A. K. 2006. Experimental investigation of control of NOx emissions in biodiesel-fueled compression ignition engine. Renewable Energy, 31 : 2356-2369.
- Altiparmak D.; Keskin K.; Koca A. dan Guru M. 2007. *Alternative fuel properties of tall oil fatty acid methyl ester–diesel fuel blends*. Bioresour Technol 98, 241–246.
- Anand K.; R.P. Sharma dan P.S. Mehta. 2010. *A comprehensive approach for estimating thermo-physical properties of biodiesel fuels*, Applied Thermal Engineering 31, 235-242.
- Anderlohr, A.; Piperel, A; Pires da Cruz; R. Bounaceur; F. Battin-Leclerc; P. Dagaut; dan X. Montagne, Proc. Combust. Inst. 32, 2851–2859.
- Ashton P.S. 1980. *Dipterocarpaceae*. In: *Dassanayake, M.D., Fosberg, F.R. (Eds.), A Revised Handbook to the Flora of Ceylon*, vol. 1. Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd, New Delhi, pp. 364–423.
- Bartholomew C. L.; Agrawal P. R. dan Katzer J.R. 1982. *Sulfur poisoning of metals*, Adv Catal 31, 135.
- Blanco-Brievaa G.; J.M. Campos-Martina; S.M. Al-Zahrani, dan J.L.G. Fierroa. 2013. *Efficient solvent regeneration of Basolite C300 used in the liquid-phase adsorption of dibenzothiophene*, Fuel 113, 216–220.
- Blumberg K. O.; Walsh M. P. dan Pera C. 2003. *Low-sulfur gasoline and diesel: the key to lower vehicle emissions*. In The international council on clean transportation, 1–66.
- BP Statistical Review. 2014. BP Statistical Review of World Energy (2013 in Review), <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/statistical-review-2014/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf>
- Canakci M. 2007. *Combustion characteristics of a turbocharged DI compression ignition engine fuelled with petroleum diesel fuels and biodiesel*. Bioresour Technol 98, 1167–75.
- Cengiz Oner, Altun Sehmus. 2009. *Biodiesel production from inedible animal tallow and an experimental investigation of its use as alternative fuel in a direct injection diesel engine*, Applied Energy 86, 2114–2120.
- Colville R. N.; E. J. Hutchinson; J. S. Mindell dan R. F. Warren. 2001. The transport sector as a source of air pollution, Atmospheric Environment 35 (2001) 1537–1565.
- Cronquist A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*, Columbia University Press, New York, p. 316.