KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul "**Pengaruh Prosentase Etanol Terhadap Karakteristik Nyala Api Pembakaran Difusi Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Etanol**".

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penelitian dapat berjalan lancar dan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Keluarga tercinta Bapak dan Ibu serta adik yang senantiasa memberikan kasih sayang, perhatian, dan dukungan baik moral maupun material kepada saya sepanjang waktu.
3. Bapak Nurkholis Hamidi, ST.,M.Eng., Dr.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
4. Bapak Purnami, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
5. Ibu Widya Wijayanti, ST., MT., Dr.Eng. selaku Kepala Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
6. Ibu Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT. Ketua Kelompok Dasar Keahlian Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya
7. Ibu Lilis Yuliati, ST.,MT.,Dr.Eng, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan ilmu yang bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Ibu Widya Wijayanti, ST.,MT.,Dr.Eng, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan ilmu yang bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Bapak Yudy Surya Irawan, ST., M. Eng.,Dr.Eng Selaku dosen penasehat akademik Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

10. Saudara M.Cholil Abdilla selaku anggota tim skripsi yang telah banyak membantu dan mendukung pelaksanaan penelitian dan penyusunan naskah skripsi sampai selesai.

11. Teman – teman asisten laboratorium mesin – mesin fluida serta laboratorium mesin pendingin Jurusan Mesin.

12. Teman - teman teknik mesin angkatan 2010 khususnya dan semua angkatan Universitas Brawijaya tercinta.

13. Keluarga besar civitas akademika Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan banyak bantuan dan tunjangan fasilitas pendukung skripsi.

14. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar kedepannya menjadi lebih baik.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 28 Januari 2015

Penulis

Testa Robbi Adinegoro

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI iii
DAFTAR TABEL v
DAFTAR GAMBAR vi
RINGKASAN viii
SUMMARY ix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Penelitian Sebelumnya 4
2.2 Bahan Bakar 5
2.2.1 Biodiesel minyak jarak pagar (*Jatropha curcas Linneaus*) 5
2.2.2 Etanol 8
2.3 Pembakaran 9
2.3.1 Reaksi Pembakaran 10
2.4 Pembakaran Difusi 12
2.5 Warna Api 13
2.6 Tinggi Api 14
2.7 *instability* Nyala Api 14
2.8 Hipotesis 15
BAB III METODE PENELITIAN 16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 16
3.2 Variabel Penelitian 16
3.3 Peralatan Penelitian 17
3.4 Skema Instalasi Penelitian 21
3.5 Metode Pengambilan Data 22
3.6 Metode Pengolahan Data 22
3.7 Diagram Alir Penelitian 23

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB IV PEMBAHASAN 24
4.1 Pengolahan Data 24
4.2 Visualisasi Api 26
4.2.1 Visualisasi nyala api etanol 26
4.2.2 Visualisasi nyala api biodiesel 29
4.2.3 Visualisasi nyala api pada prosentase etanol berbeda 31
4.2.4 Visualisasi nyala api pada debit berbeda 34
4.3 Ledakan 36
4.4 Tinggi Api 37
4.5 Temperatur Dinding *Burner* 39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 41
5.1 Kesimpulan 41
5.2 Saran 41
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Hal.
Tabel 2.1	Sifat kimia dan fisika minyak jarak pagar	6
Tabel 2.2	Sifat kimia dan fisika biodiesel dan solar	7
Tabel 2.3	Sifat fisik dan kimia etanol	8
Tabel 2.4	Komposisi udara	11
Tabel 4.1	Kecepatan bahan bakar pada tiap debit	25
Tabel 4.2	Temperatur burner pada tiap titik pengukuran	26
Tabel 4.3	Banyaknya ledakan yang terjadi	36
Tabel 4.4	Tinggi api hasil pembakaran bahan bakar	37

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Hal.
Gambar 2.1	Tanaman jarak pagar	5
Gambar 2.2	Ilustrasi proses pembakaran	10
Gambar 2.3	Cara reaktan terbakar pada pembakaran difusi	12
Gambar 2.4	Struktur api difusi	12
Gambar 2.5	Transisi aliran api difusi dari laminar ke trubulen	13
Gambar 3.1	*Burner*	17
Gambar 3.2	Biodiesel minyak jarak	18
Gambar 3.3	Etanol	18
Gambar 3.4	*Syringe pump*	18
Gambar 3.5	*Syringe*	19
Gambar 3.6	*Thermocouple*	19
Gambar 3.7	Kamera	19
Gambar 3.8	Pemantik	20
Gambar 3.9	Gelas ukur	20
Gambar 3.10	Gelas pencampur	20
Gambar 3.11	Instalasi penelitian	21
Gambar 4.1	Titik pengukuran distribusi temperatur pada *burner*	26
Gambar 4.2	Visualisasi nyala api pembakaran difusi etanol pada debit (a) 1 mL/jam , (b) 3 mL/jam, (c) 5 mL/jam	27
Gambar 4.3	Visualisasi api pembakaran difusi biodiesel pada debit (a) 1 mL/jam, (b) 3 mL/jam , (c) 5 mL/jam	29
Gambar 4.4	Visualisasi api pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dan etanol pada debit 3 mL/jam dengan (a) E20, (b) E30, (c) E40	32
Gambar 4.5	Visualisasi nyala api pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dan etanol dengan prosentase etanol 20% pada debit (a) 1 mL/jam, (b) 3 mL/jam, (c) 5 mL/jam	35
Gambar 4.6	Hubungan debit bahan bakar terhadap banyaknya ledakan yang terjadi pada tiap prosentase etanol	37

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 4.7 Hubungan antara tinggi api minimum dengan prosentase etanol dalam campuran biodiesel minyak jarak dan etanol 38
Gambar 4.8 Grafik hubungan antara tinggi api maksimum dengan prosentase etanol dalam campuran biodiesel minyak jarak dan etanol 38
Gambar 4.9 Hubungan antara prosentase etanol terhadap temperatur dinding burner 40

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

TESTA ROBBI ADINEGORO, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2015, Pengaruh Prosentase Etanol Terhadap Karakteristik Nyala Api Pembakaran Difusi Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Etanol, Dosen Pembimbing: Lilis Yuliati dan Widya Wijayanti.

Salah satu energi alternatif yang mudah untuk dihasilkan untuk pengganti bahan bakar fosil yakni biodiesel dan bioetanol. Biodiesel mempunyai kalor laten penguapan yang tinggi dan temperatur nyalanya juga tinggi. Sehingga sulit untuk terbakar tanpa adanya pemanasan awal. Sedangkan etanol mempunyai kalor laten penguapan dan temperatur penyalaan yang rendah sehingga mudah terbakar. Pada penlitian ini dilakukan pencampuran antara bodiesel minyak jarak dan etanol. Dengan adanya penambahan etanol pada biodiesel, diharapkan pembakaran biodiesel menjadi lebih baik. Dalam hal ini diharapkan terjadinya pembakaran sempurna dengan nyala api stabil. Penelitian ini akan mengamati karakteristik pembakaran yang meliputi tinggi api, warna api, dan *instability* api serta akan dilihat temperatur dinding *burner*.

Dalam penelitian ini menggunakan *syringe pump* untuk mensuplai bahan bakar ke dalam *burner*, lalu menggunakan *heater* sebagai alat bantu menguapkan bahan bakar. untuk melihat visualisasi nyala api, digunakan kamera untuk merekam nyala api selama 1 menit. Hasil rekaman nantinya akan dipecah menjadi foto. Dan untuk mengukur temperatur dinding *burner* digunakan sebuah *thermocouple*. Adapun besarnya prosentase etanol yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Untuk pembanding digunakan debit bahan bakar sebesar 1 $^{mL}/_{jam}$, 2 $^{mL}/_{jam}$, 3 $^{mL}/_{jam}$, 4 $^{mL}/_{jam}$, dan 5 $^{mL}/_{jam.}$ *Burner* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diameter dalam 1 mm dan diameter luar 2 mm.

Hasil dari penelitian ini menunjukan semakin besar debit bahan bakar maka dimensi (tinggi) api yang dihasilkan semakin tinggi. Lalu dengan bertambahnya prosentase etanol dalam campuran bahan bakar, tinggi api yang dihasilkan juga semakin bertambah. Kemudian untuk nyala api satbil didapatkan pada prosentase 20%, 30%, dan 40% sedangkan pada prosentase etanol sebesar 10% dan 50% api tidak dapat menyala dengan stabil. Untuk prosentase etanol 40% memiliki nyala api paling stabil dan tidak terjadi ledakan. Dan dengan semakin besarnya prosentase etanol mengakibatkan turunnya temperatur dinding *burner*.

Kata kunci : Pembakaran difusi, karakteristik pembakaran, biodiesel minyak jarak, etanol

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

SUMMARY

TESTA ROBBI ADINEGORO, Mechanical Engineering, Faculty of Technique, Brawijaya University, Januari 2015, The Effect of Ethanol Percentage towards The Diffusion Combustion Characteristics' of Mixed Castor Oil Biodiesel and Ethanol, Thesis Advisor: Lilis Yuliati dan Widya Wijayanti.

Biodiesel and Bioethanol are kind of alternative energies that easy to produce as the subtitutes of fossil fuel. Biodiesel has high latent heat of vaporization and high flame temperature that makes it not easy to be hetaed without early period of heating. On the other hand, Ethanol easy to be burn because it has low latent heat of vaporation and low flame temperature. This observation compounding castor oil biodiesel and ethanol, with adding the ethanol into biodiesel the writer aims to produce better biodiesel burning, in this case is a perfect combustion with stable flame. This observation will pay attention on the characteristics of combustion includes flame altitude, flame color, flame instability also the temperature of burner partition.

The writer using syringe pump to supply the fuel into burner and using heater as the supporting aid to evaporate the fuel. In order to observe the visualitation of the flame, the writer using camera to capture it for about in 1 minutes. The result of the capturization or the recording will be divided into some pictures. Moreover, to measure the temperature of the burner partition the writer using thermocouple. The percetages of the Ethanol that applied in this observation are 10%, 20%, 30%, 40% and 50%, while as the comparator the writer using 1 ml/jam, 2 ml/jam, 3ml/jam, 4ml/jam, 5 ml/jam fuel debit. Burner that applied in this observation are 1 mm inside diameter and 2mm outside diameter.

The result of this observation shows if the writer used more high fuel debit the production of flame dimension is tend to be high. Then, if the percentage of ethanol that added into the fuel, the flame production will also tend to be high. Moreover, the production of stable flames are at 20%, 30%, and 40% percentages, on the other hand, 10% and 50% percent of ethanol will produce instable flames. The most stable flame produced in 40% of ethanol addition. Last, the burner partition temperature will be low if the percentage of the ethanol is bigger.

Keywords: Combustion diffusion, Combustion characteristic, Castor oil biodiesel, Ethanol

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin pesatnya kemajuan teknologi saat ini pemakaian energi yang terus bertambah seiring dengan betambahnya penduduk mengakibatkan tingginya pengkonsumsian bahan bakar untuk menunjang kehidupan yang semakin maju. Sumber energi yang saat ini banyak digunakan yakni energi dari bahan bakar cair yang berasal dari bahan fosil. Bahan bakar fosil ini tersedia dalam jumlah yang terbatas dan akan habis. Salah satu contoh dapat diketahui dengan bertambahnya kendaraan yang beredar di Indonesia khususnya, menimbulkan kebutuhan sumber energi yang semakin meningkat. Sementara itu sumber energi yang disediakan oleh alam untuk menunjang kehidupan sehari – hari semakin menipis dan harganya semakin mahal. Karena itu perlu dicari energi alternatif untuk dapat menggantikan sumber energi yang mulai menipis tersebut. Energi alternatif ini walaupun tidak dapat menggantikan posisi sumber energi utama di Indonesia khususnya bahan bakar fosil setidaknya energi alternatif ini mampu meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama. Salah satu energi alternatif yang dapat digunakan yakni minyak nabati.

Minyak nabati ini dengan mudah dapat dihasilkan di Indonesia karena bahan bakunya dapat dengan mudah ditemukan di Indonesia. Di Indonesia sendiri, minyak nabati seperti minyak jarak dapat diolah untuk pembuatan biodiesel ataupun bahan bakar minyak jarak (Tjahjana, 2010). Minyak jarak ini berasal dari ekstraksi biji tanaman jarak. Mudahnya tanaman jarak tumbuh di Indonesia menjadikan tanaman ini dapat dengan mudah untuk dijadikan sebagai energi alternatif ditambah tanaman jarak ini juga termasuk kedalam tanaman yang tidak dapat dikonsumsi. Karena potensi berkembangnya biodiesel di Indonesia sangat besar dengan bahan baku yang dapat dikatakan melimpah.

Dalam perkembangannya minyak jarak banyak digunakan dalam berbagai penelitian untuk diteliti karakteristiknya sehingga bisa menjadi energi alternatif yang baik. Pada penelitian ini, minyak jarak akan dicampur dengan etanol dan dilihat bagaimana karakteristik yang ditimbulkan oleh pembakaran difusi dengan bahan bakar minyak jarak dan etanol. Penggunaan campuran biodiesel dan etanol pada mesin diesel diharapkan dapat meningkatkan kinerja mesin diesel. Hal ini dikarenakan etanol memiliki viskositas yang lebih rendah dari biodiesel, maka dapat memudahkah bahan bakar untuk diatomiasi ketika proses penyemprotan bahan bakar. Dengan temperatur penguapan dan kalor laten penguapan etanol yang rendah bila dibandingkan dengan biodiesel,

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

diharapkan didalam proses penguapannya etanol akan menguap terlebih dahulu dan mengakibatkan terjadinya ledakan droplet (dikenal dengan *microexplotion*). Hal tersebut akan menghasilkan fenomena atomisasi sekunder yang menghasilkan droplet dengan ukuran yang lebih kecil. Selanjutnya dengan temperatur nyala yang rendah etanol akan terbakar terlebih dahulu dan memicu pembakaran biodiesel yang ada disekitrarnya. Penambahan etanol kedalam biodiesel ini terbukti menyebabkan berbagai hal baik, diantaranya penambahan etanol pada biodiesel yang dilakukan oleh Gnanamoorthi yang menguji penambahan etanol kedalam biodiesel menyebabkan peningkatan efesiensi termal sebesar 8% untuk penambahan etanol sebesar 10%. Untuk mengetahui karakteristik pembakaran campuran biodiesel dan etanol maka dalam penelitian ini akan dilihat baagaimana karakterisitk pembakaran campuran biodiesel dan etanol.

Pada penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui karakteristik pembakaran difusi minyak jarak yang ditambahkan etanol kedalamnya dan pengaruhnya penambahan etanol itu sendiri. Penambahan etanol disini mengharapkan untuk mendapatkan karakteristik yang baik untuk pembakaran difusi minyak jarak. Dengan penelitian ini diharapkan akan mengetahui karakteristik pembakaran difusi minyak jarak dan etanol yang berupa visualisasi nyala api, temperatur dan *instability* api.

Dengan adanya penelitian tentang pengaruhnya penambahan etanol kedalam biodiesel dan penambahan itu menyebabkan salah satunya bertambahnya efesiensi termal pada mesin diesel maka untuk selanjutnya akan dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan prosentase etanol terhadap karakteristik pembakaran difusi minyak jarak dan etanol. Sehingga dari permasalahan di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak pagar dan etanol.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaiman pengaruh prosentase etanol terhadap karakteristik pembakaran difusi biodiesel minyak jarak dan etanol?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mefokuskan masalah yang akan dibahas nantinya maka dilakukan pembatasan – batasan sebagai berikut :

1. Bahan bakar yang digunakan adalah campuran biodiesel minyak jarak dan etanol.

2. Jenis pembakaran yang digunakan adalah pembakaran difusi.
3. Karakteristik pembakaran yang diteliti yakni meliputi dimensi api, warna api, dan *instability* api.
4. Temperatur ruangan (25^0C - 30^0C)
5. Burner yang digunakan terbuat dari tembaga dengan konduktivitas termal sebesar 390 J/kg^{o}C

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh prosentase etanol terhadap karakteristik pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dan etanol.

1.5 Manfaat Penelitian

Untuk penelitian ini diharapkan dapat memberikan maanfaat antara lain :

1. Pengaplikasian dari mata kuliah teknologi pembakaran yang telah didapatkan pada saat kuliah.
2. Mengetahui karakteristik pembakaran difusi minyak jarak dan etanol.
3. Dapat dijadikan sebagai referensi bagi mahasiswa teknik mesin pada penelitian selanjutnya mengenai pembakaran difusi campuran minyak jarak dan etanol.
4. Dalam bidang keilmuan bermanfaat untuk memperbaiki sifat pembakaran dari biodiesel.
5. Dalam bidang industri dapat bermanfaat sebagai salah satu bahan bakar alternatif.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Gnanamoorthi, et al, (2012) melakukan penelitian efek campuran diesel-etanol pada prestasi, pembakaran, dan gas buang pada mesin diesel. Pada penelitian ini mengunakan campuran etanol sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, 50% etanol pada penelitian ini menunjukan hasil adanya peningkatan efesiensi termal sebesar 8% untuk penambahan etanol 10%. Dan untuk penambahan efektif hanya terjadi sampai penambahan etanol sampai 30%.

Jun li, et al, (2011) pada penelitiannya tentang rasio campuran optimal antara biodiesel, etanol, dan diesel pada mesin diesel mendapatkan rasio yang tepat. Hasil rasio yang didapat berdampak pada terintegrasinya power mesin, efesiensi, dan properti gas buang ketika rasio perbandingan dari biodiesel, etanol, dan diesel sebesar 71.58 : 2.72 : 25.70 serta rasio 50 : 2.4127 : 47.5873.

Rajesh, et al, (2014) melakukan penelitian tentang penginvestivigasian terhadap sifat fisik dan kimia campuran etanol, biodiesel, dan diesel (*petroleum*) untuk pengevaluasian sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel. Etanol yang dicampur pada campuran yakni sebesar 0% sampai 20% dengan perbandingan volume pada campuran ketiga bahan bakar tersebut. Hasil dari pencampuran pada penelitian ini mengakibatkan beberapa karakteristik sifat fisik dan kimia yang baru. Tetapi ada beberapa yang mengalami peningkatan dan juga ada yang mengalami penurunan seiring pertambahan etanol kedalam biodiesel dan diesel. Untuk titik nyala api mengalami penurunan temperatur seiring dengan bertambahnya etanol serta bilangan setana yang menurun pula dengan seiring bertambahnya ethanol dan nilai kalor yang dihasilkan mengalami penurunan. Sedangkan untuk densitas mengalami peningkatan sampai persentase penambahan etanol tertentu lalu mengalami penurunan.

Botero, et al, (2011) melakukan penelitian tentang pembakaran droplet dari etanol, diesel, castor oil, dan campuran semua bahan bakar. Salah satunya dengan mencampur diesel dengan etanol mengurangi jelaga yang terbentuk. Pada penelitiannya campuran etanol yang diberikan kepada diesel sebesar 25%, 50%, 75% dan sedangkan untuk penambahan kepada biodiesel dilakukan dengan etanol 20%, 40%, 50%, 60%, 80%. Untuk api yang dihasilkan dari pencampuran etanol dengan diesel cenderung menghasilkan api yang berwarna kuning sedangkan pada penambahan etanol pada

biodiesel cenderung menghasilkan api yang berwarwarna biru dengan dibagian ujung api berwarna merah.

2.2 Bahan Bakar

2.2.1 Biodisel minyak jarak pagar (*Jatropha curcas Linneaus*)

Minyak jarak berasal dari tanaman jarak pagar yang mempunyai nama latin *Jatropha curcas Linneaus.* Tanaman ini merupakan tanaman semak yang mempunyai ketinggian 3 – 5 meter. Batangnya berbentuk silindris dan bergetah. Daun tanaman ini berbentuk jantung atau bulat telur melebar dengan panjang 5 – 15 cm. Bunga tanaman ini berwarna kuning kehijauan, Merupakan bunga majemuk berbentuk malai dan tanaman ini dapat hidup mencapai 20 tahun lebih. Tanaman jarak pagar ini berasal dari daerah tropis Amerika Tengah. Biji tanaman jarak mengandung persentase minyak yang besar, sehingga mulai dilirik orang untuk digunakan sebagai sumber bahan bakar alternatif. Selain itu, tanaman ini mudah tumbuh pada lahan kritis serta dapat dikembangkan sebagai bahan penghasil BBM alternatif (biodiesel).

Gambar 2.1 Tanaman jarak pagar
Sumber : Antony (2011)

Tanaman jarak ini memerlukan beberapa proses sampai nantinya menjadi minyak jarak. Awalnya dimulai dari proses pengeringan buah jarak untuk mengeluarkan biji dari buah jarak. Pengeringan biji jarak dilakukan hingga diperoleh kadar air 6%. Setelah itu biji – biji jarak yang sudah kering dipisahkan antara kulit dengan dagingnya yang dilakukan secara manual atau dengan bantuan mesin pemisah. Dan untuk mendapatkan minyak dari biji jarak dilakukan pengepresan terhadap biji jarak untuk menghasilkan minyak.

Minyak jarak pagar mempunyai warna kuning terang dan mempunyai bilangan iodin yang tinggi yaitu 101,7 (Wardana, 2008:43), yang menunjukkan tingginya hidrokarbon tak jenuh. Dan semua hasil minyak jarak tergantung dari daerah tempat dimana tanaman jarak itu ditanam. Itu dapat terlihat dari komposisi asam lemak minyak jarak yang berbeda pada setiap daerah tanaman jarak itu ditanam, tergantung dari geologi tanaman jarak ditanam. Sifat kimia dan fisika minyak jarak dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat kimia dan fisika minyak jarak pagar

Karakteristik	Nilai
Densitas 15° C (g/m^3)	0,92
Viskositas 30° C (cst)	52,6
Bilangan setana	51
Flash point (^{o}C)	240
Nilai Kalor (kkal/kg)	9,470
Karbon (C) per molekul	16 – 18

Sumber: Wardana (2009: 43)

Biodisel didefinisikan sebagai bentuk bahan bakar alternatif yang terbuat dari minyak nabati atau lemak hewani dan alkohol. Biodisel secara kimia didefenisikan sebagai metil ester yang diturunkan dari minyak/lemak alami. Ester adalah istilah ilmu kimia yang berarti senyawa yang terbentuk dari kondensasi alkohol dengan asam lemak. Proses pembuatan biodisel dengan mereaksikan alkohol dengan asam lemak dapat dilakukan dengan *esterifikasi* dan *transesterifikasi*

Biodisel mentah yang dihasilkan oleh proses transesterifikasi minyak atau esterifikasi asam-asam lemak biasanya masih mengandung sisa-sisa katalis, metanol, dan gliserol (air). Untuk memurnikannya, biodisel mentah tersebut bisa dicuci dengan air. Porsi pertama dari air yang dipakai mencuci disarankan mengandung sedikit asam / basa untuk menetralkan sisa-sisa katalis. Biodisel yang sudah dicuci kemudian dikeringkan pada kondisi vakum untuk menghasilkan produk yang jernih (bebas air) dan bertitik nyala $\geq$ 100 ^{0} C (bebas metanol). Biodiesel bersifat *biodegradable*, hampir tidak memiliki kandungan sulfur.

Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar alternatif penganti solar yang berasal dari bahan bakar fosil atau digunakan sebagai tambahan pada bahan bakar solar. Adapun Sifat kimia dan fisika biodisel dan solar dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sifat kimia dan fisika biodiesel dan solar

Sifat fisik / kimia	Biodiesel	solar
Densitas (g/ml)	0.8624	0.875
Viskositas (cst)	5.55	4.6
Bilangan setana	62.4	53
Flash point (^oC)	172	98
Nilai Kalor (kkal/kg)	40,1	45.3

Sumber : Adebayo (2011)

Sifat fisik dan kimia pada biodiesel maupun pada solar sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran bahan bakar itu sendiri. Aspek – aspek yang terdapat pada sifat fisik dan kimia biodiesel maupun solar mempunyai kelebihan dan kekurangan masing – masing.

Dilihat dari flash point yang dimiliki oleh biodiesel jika dibandingkan dengan solar, nilai flash point biodiesel lebih besar bila dibandingkan dengan solar. Hal ini dapat akan mempengaruhi energi aktifasi yang dibutuhkan oleh biodiesel jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan solar. Hal ini dapat berpengaruh untuk melakukan pembakaran pada jumlah bahan bakar yang sama maka dibutuhkan energi aktifasi yang lebih tinggi untuk membakar biodiesel disbanding dengan solar.

Pada bilangan setana antara biodiesel dan solar terlihat bahwa nilai bilangan setana biodiesel lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai setana solar. Hal ini berpengaruh dalam kemampuan bahan bakar untuk terjadinya ledakan atau detonasi. Dengan angka setana biodiesel yang lebih tinggi dari solar, untuk jumlah bahan bakar yang sama jika diberi energi aktifasi maka biodiesel akan lebih tinggi menghasilkan ledakan bila dibandingkan dengan solar.

Tetapi untuk nilai kalor yang dimiliki oleh solar lebih tinggi dari nilai kalor yang dimiliki oleh biodiesel. Walaupun bilangan setana yang dimiliki oleh biodiesel lebih tinggi namun tidak dengan nilai kalor yang dimiliki biodiesel. Oleh karenanya untuk menghasilkan energi yang sama, jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan energi yang sama untuk biodiesel membutuhkan lebih banyak dibandingkan jumlah solar.

2.2.2 Etanol

Etanol ialah etil alkohol yang biasa disebut alkohol dalam kehidupan sehari – hari. Etanol diperoleh dari peragian gula atau tepung. Jadi sumber bahan bakar etanol dari tanaman sangat berlimpah seperti lontar, enau, kelapa, tebu, cassava dan lain sebagainya (Wardana. 2008:36).

Etanol banyak digunakan dalam laboratorium dan dalam bidang rekayasa untuk membuat berbagai senyawa organic dan digunakan sebagai bahan bakar. Etanol dapat dikenali dari baunya yang khas. Etanol termasuk mudah terbakar dengan nyala warna biru. Berat molekul etanol adalah 46,07 dengan nilai pembakaran atas (HHV) 30.610 kJ/kg dan titik nyala 170°F (76,67^{o}C) (Wardana.2008:37).

Dengan seringnya digunakan etanol sebagai bahan bakar, ada beberapa keuntungan penggunaan etanol sebagai bahan bakar yaitu:

- Emisi gas buangnya lebih rendah.
- Kerapatan energinya lebih tinggi dari metanol.
- Mampu bercampur dengan pelarut organic seperti air, ether, dan gliserol.

Tabel 2.3 Sifat fisik dan kimia etanol

Karakteristik	Nilai
Densitas 15° C (g/m^3)	0,7893
Viskositas 20° C (cst)	1,17
Flash point (^{o}C)	76,67
Nilai Kalor (kkal/kg)	20,6

Sumber : Perry, 1999

Etanol memiliki sifat fisik yang berbeda dari biodiesel dan solar. Dapat dilihat sifat fisik dan kimia yang dimiliki etanol memungkinkan untuk menjadikannya sebagai campuran terhadap biodiesel. Dari campuran ini diharapkan mendapatkan sifat fisik dan kimia yang lebih baik dari sifat fisik dan kimia masing – masing bahan bakar.

Titik nyala api etanol yang nilainya lebih kecil bila dibandingkan nilai titik nyala api biodiesel dan solar mengakibatkan etanol lebih mudah terbakar dari biodiesel dan solar bila diberi energi aktifasi. Karenanya untuk mengaktifasi bahan bakar dengan jumlah yang sama, untuk etanol dibutuhkan energi aktifasi yang lebih kecil jika

dibandingkan dengan energi yang dibutuhkan untuk mengaktifasi biodiesel maupun solar.

Jika dilihat dari nilai kalornya, etanol memiliki nilai kalor yang lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai kalor yang dimiliki oleh biodiesel maupun solar. Hal ini berpengaruh bila untuk menghasilkan energi yang sama maka jumlah etanol yang dibutuhkan untuk membangkitkan energinya lebih besar jika dibandingkan jumlah yang dibutuhkan biodiesel dan solar.

Dengan menlihat sifat fisik dari etanol, salah satu sifatnya yakni memiliki viskositas yang tinggi. Dengan adanya nilai viskositas yang tinggi maka dengan mudah etanol itu terbakar. Semakin encer bahan bakar maka ikatan antar atom yang dimiliki etanol semakin renggang, maka etanol dengan mudah melepas atom dan terjadi pembakaran.

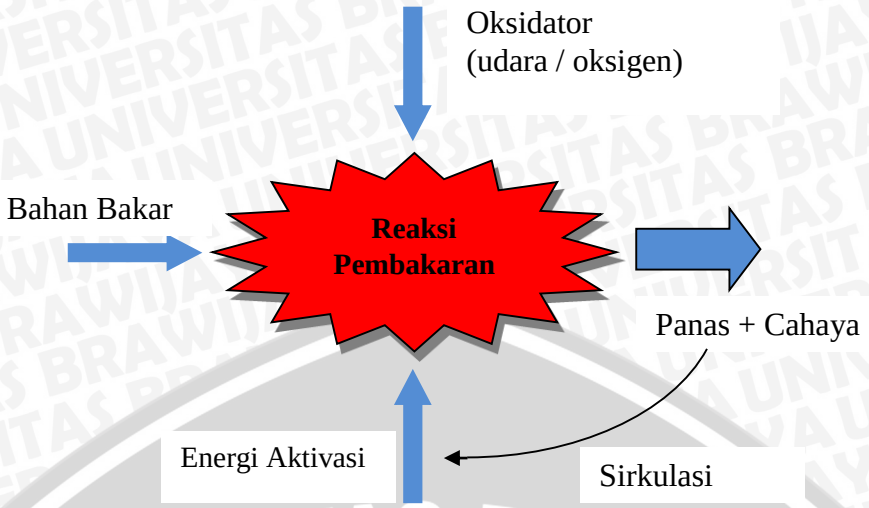
Dengan sifat fisik dan kimia yang dimiliki oleh etanol, ketika etanol dicampurkan dengan biodiesel maka diharapkan etanol dapat memicu pembakaran pada biodisel yang memiliki nilai titik nyala api yang cukup tinggi serta dengan adanya etanol menambah nilai kalor yang dimiliki oleh biodisel.

2.3 Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan pengoksidasi (oksigen atau udara) yang menghasilkan panas dan cahaya (Wardana.2008:3). Syarat untuk terjadinya pembakaran yakni jika ada :

1. Bahan bakar.
2. Pengoksidasi (oksigen / udara).
3. Panas atau energi aktivasi.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 2.2 Ilustrasi proses pembakaran
Sumber : Wardana (2008:3)

Energi panas dan cahaya diperlukan untuk mengaktifasi molekul – molekul bahan bakar sehingga molekul tersebut menjadi bermuatan. Energi panas dan cahaya ini dapat disebut juga sebagai energi aktifasi. Energi aktifasi ini didapat dari berbagai sumber.

Pembakaran `dapat dibedakan menjadi dua macam berdasarkan pencampuran bahan bakar dengan udara. Jika bahan bakar dan udara bercampur sebelum zona pembakaran maka pembakaran itu disebut pembakaran premiks, sedangkan bahan bakar dan udara yang bercampur pada zona pembakaran disebut dengan pembakaran difusi.

Pada proses pembakaran memerlukan oksidator sebagai pengoksidasi. Oksidator ini merupakan oksigen atau udara, tetapi jika pada proses pembakaran tersebut kekurangan jumlah oksigen atau udara maka akan terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran tidak sempurna ini dapat mengakibatkan tidak terbakarnya bahan bakar serta dapat terbentuk CO, sedangkan jika jumlah oksigen atau udara sesuai dengan jumlah bahan bakarnya maka terjadi pembakaran sempurna.

2.3.1 Reaksi pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia eksotermis. Dengan demikian secara lebih fundamental bisa didefinisikan bahwa pembakaran itu proses lepasnya ikatan – ikatan kimia lemah bahan bakar akibat pemberian energi tertentu dari luar menjadi atom – atom bermuatan yang aktif kemudian bereaksi dengan oksigen membentuk ikatan molekul – molekul yang kuat dan mampu menghasilkan cahaya dan panas dalam jumlah yang besar (Wardana, 2008:7)

Pada proses pembakaran ada dua hal penting yang harus dipenuhi agar proses pembakaran bisa berlangsung yakni dengan adanya kesetimbangan massa dan kesetimbangan energi. Untuk kesetimbangan massa, massa yang diperlukan tersebut oleh para ahli kimia disebut stoikiometri. Pembakaran stoikiometri adalah pembakaran dimana semua atom dari pengoksidasi bereaksi secara kimia untuk menjadi berbagai produk. Pada proses pembakaran selalu membutuhkan oksigen sebagai oksidatornya, sedangkan oksigen sendiri didapatkan dari udara, dimana dalam udara itu sendiri terdapat oksigen, nitrogen, argon, karbon dioksida, uap air dan sejumlah gas dalam bagian yang cukup kecil. Komposisi dari udara dapat dilihat dalam tabel 2.2.

Tabel 2.4 Komposisi udara

Udara	Proporsi Volume %		Proporsi Massa %	
	Aktual	Penggunaan	Aktual	Penggunaan
Nitrogen	78,03	79	75,45	76,8
Oksigen	20,99	21	23,20	23,2
Argon	0,94	0	1,30	0
CO_2	0,03	0	0,05	0
Gas lainnya	0,01	0	-	0

Sumber: Wardana (2008)

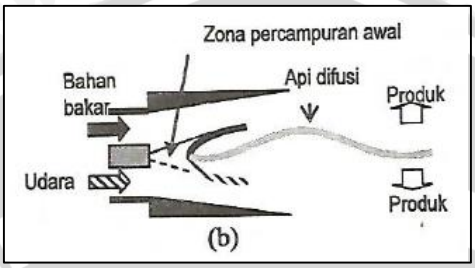
Pengoksidasi yang paling umum digunakan adalah udara, yang untuk berbagai keperluan dapat dianggap sebagai campuran 21% oksigen dan 79% nitrogen (fraksi mol atau volume). Oleh karena itu, pada reaksi pembakaran dengan udara, penggunaan 1 mol O_2 akan melibatkan 3,76 mol N_2. Untuk dapat mencapai pembakaran yang sempurna semua atom C diharapkan dapat terbakar menjadi CO_2 dan semua atom H_2 dapat terbakar menjadi H_2O. reaksi pembakaran sempurna antara bahan bakar (C_mH_n) secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C_mH_n + \left(m + \frac{n}{4}\right)(O_2 + 3{,}76N_2) \rightarrow m\ CO_2 + \frac{n}{2} H_2O + 3{,}76\left(m + \frac{n}{4}\right) N_2 \qquad (2\text{-}1)$$

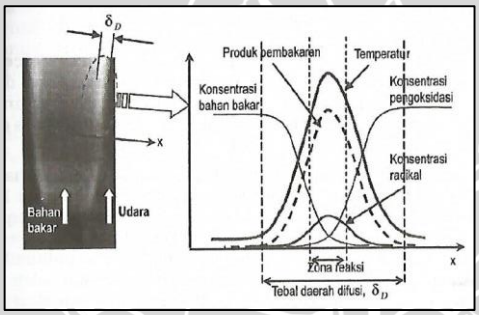
Persamaan diatas menggunakan jumlah udara yang sesuai atau biasa disebut udara stoikiometri. Akan tetapi dalam kondisi sebenarnya pembakaran sempurna hampir tidak dapat terjadi. Hal ini dikarenakan pembakaran berlangsung secara kompleks, tidak hanya bergantung pada model ruang bakarnya tetapi juga bergantung pada kondisi bahan bakar, udara, bahkan temperatur pembakarannya.

2.4 Pembakaran Difusi

Pembakaran dengan cara difusi adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan pengkondisian (udara atau O_2) tidak dicampur secara mekanik, melainkan bercampur dengan sendirinya secara alami dengan proses difusi. proses pembakaran difusi ini bisa dijumpai diberbagai macam proses pembakaran seperti nyala lilin, api kebakaran, dan lain sebagainya.



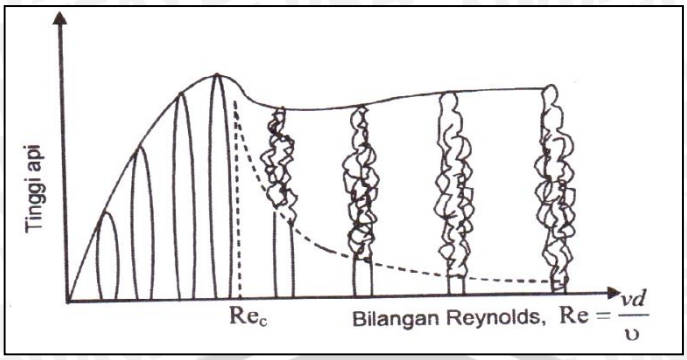
Gambar 2.3 Cara reaktan terbakar pada pembakaran difusi
Sumber : Wardana (2008:149)



Gambar 2.4 Struktur api difusi
Sumber: Wardana (2008:155)

Pada api difusi panas yang dibangkitkan pada zona reaksi didifusikan keluar sehingga lebar distribusi temperatur hampir sama dengan lebar daerah difusi. Ketika pencampuran bahan bakar dengan udara sudah mendekati stoikiometri dan sumber panas yang dihasilkan pada daerah pencampuran sudah cukup maka akan berlangsung proses pembakaran. Tetapi ketika konsentrasi udara di daerah pencampuran kurang atau rendah maka api sulit untuk terbentuk.

Seperti pada nyala api premix, nyala api difusi juga terdiri dari api difusi laminar dan difusi trubulen. Perubahan aliran api ini biasanya disebabkan oleh pemanjangan api dan penigkatan kecepatan aliran. Hal ini dapat diilustrsikan seperti pada gambar 2.5. Penambahan aliran udara membuat karakter api laminar berubah menjadi api trubulen. Selama transisi yang terjadi, bibir api berunah menjadi trubulen sedangkan pangkal api tetap laminer.



Gambar 2.5 Transisi aliran api difusi dari laminar ke trubulen
Sumber : wardana (2008:190)

Penambahan aliran udara membuat karakter api laminer berubah menjadi api turbulen. Selama periode transisi ini, bibir api menjadi turbulen sedangkan pangkalnya bertahan laminer. Penambahan lebih besar lagi kecepatan aliran akan menghasilkan pengurangan panjang daerah laminer. Titik dimana aliran laminer berubah menjadi turbulen dinamakan *break point*. Jika *break point* mendekati nosel bahan bakar, panjang api dan panjang *break point* di atas nosel kelihatan tidak berubah. Gambar 2.5 menunjukkan perubahan pada panjang dan posisi *break point* dengan penambahan kecepatan aliran. Dapat dilihat di gambar, selama di daerah laminer, panjang api meningkat hampir linier dengan penambahan kecepatan aliran. Panjang api berkurang pada daerah turbulen dan tidak tergantung pada kecepatan aliran. Panjang break point juga terlihat konstan setelah sebagian besar kecepatan aliran terus ditambah.

2.5 Warna Api

Warna api adalah warna panjang gelombang dari getaran ion yang dominan di api. Warna api yang dihasilkan dari pembakaran sempurna bahan bakar hidrokarbon umumnya berwarna biru yang menandakan bahwa proses pembakaran didominasi pembentukan ion CH. Jika pembakaran tidak sempurna yang diakibatkan kekurangan oksigen, maka sebagian karbon tidak terbakar dan bergetar pada panjang gelombang tertentu segingga api berwarna merah kekuningan. Dan pada api yang berwarna biru, pembakaran yang terjadi dapat dikatakan memiliki *equivalence ratio* ≈1.

Warna merah kekuningan pada nyala api, menandakan bahwa pembakaran yang terjadi dalam kondisi pembakaran dengan kaya bahan bakar. Yangmana dengan kaya bahan bakar, jumlah oksigen dalam reaksi pembakaran berkurang. Adapun penyebab api menimbulkan warna merah kekuningan yakni menandakan bahwa mulai terbentukya

jelaga pada proses pembakaran difusi. Semakin banyak bahan bakar yang berlebih pada proses pembakaran, maka semakin tinggi pula jelaga yang akan dihasilkan.

2.6 Tinggi Api

Tinggi api yang mempunyai nilai tertinggi yakni tinggi api pada proses pembakaran stoikiometri. Tinggi api dapat dipengaruhi oleh konsentrasi bahan bakar pada sumbu *burner*. Semakin tinggi konsentrasi bahan bakar pada *burner*, semakin tinggi pula api yang dihasilkan.

Kecepatan bahan bakar yang melewati *burner* juga dapat mempengaruhi tinggi api yang dihasilkan. Semakin tinggi kecepatan bahan bakar yang melewati *burner*, semakin tinggi pula semburan bahan bakar yang keluar *burner* dan api yang dihasilkan juga semakin tinggi. Adapun untuk mencari kecepatan bahan bakar dapat menggunakan rumus kontuinitas sebagai berikut:

$$Q = A\ x\ V \qquad (2\text{-}2)$$

$$v = \frac{Q}{A} \qquad (2\text{-}3)$$

Keterangan :

Q = Debit bahan bakar ($^{m^3}/_{s}$)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan bahan bakar ($^{m}/_{s}$)

2.7 *Instability* Nyala Api

Instability nyala api ini merupakan beberapa kondisi penting yang memegang peranan penting dalam proses pembakaran. Api dikatakan stabil jika tetap stasioner pada posisi tertentu. Kestabilan nyala api dapat terjadi apabila kecepatan reaktan (v_u) sama dengan kecepatan pembakaran.

Pada *instability* nyala api terdiri dari berbagai kondisi, yakni *lift off*, *blow off*. Kondisi api yang mempunyai aliran cukup rendah, api akan menyentuh atau menempel pada bibir nosel atau dekat dengan mulut nosel. Ketika laju alir bahan bakar ditingkatkan api akan bergerak menjauh dari bibir nosel yang disebut dengan *lift off*. *Lift off* ialah suatu kondisi dimana posisi api tidak menyentuh bibir nosel, tetapi stabil pada jarak tertentu

dari bibir nosel. Dan jika peningkatan laju alir bahan bakar ditingkatan lebih lanjut maka akan terjadi kondisi yang disebut dengan *blow off*. *Blow off* adalah suatu keadaan dimana nyala api padam akibat dari batas kecepatan aliran lebih besar dari laju nyala atau kecepatan pembakaran.

Selain fenomena *lift off* dan *blow off* terdapat juga fenomena ledakan yang terjadi pada nyala api difusi. Ledakan ini terjadi dengan seiringnya pertambahan laju aliran bahan bakar dan penguapan bahan bakar yang terjadi sebelum menuju ujung burner bagian atas.

2.8 Hipotesis

Dengan penambahan etanol pada biodiesel minyak jarak, menyebabkan biodiesel mudah terbakar karena dipicu oleh etanol yang terbakar terlebih dahulu dan etanol yang terbakar memicu biodiesel minyak jarak untuk terbakar. Semakin bertambahnya prosentase etanol dalam campuran biodiesel minyak jarak dan etanol, mengakibatkan tinggi api semakin bertambah serta semakin besar prosentase etanol, semakin bertambahnya api berwarna biru dalam nyala api.

BAB III
METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yaitu dengan melakukan pengujian secara langsung pada obyek yang diteliti untuk memperoleh data sebab akibat melalui proses eksperimen. Dari penelitian akan didapatkan data – data berupa dimensi api, *instability* api, warna api, dan temperatur dinding *burner*. Dari data dan hasil pengolahan data dapat dibuat suatu grafik yang membentuk suatu pola kecenderungan dan grafik kecenderungan tersebut dapat dibandingkan dan ditarik kesimpulan tentang objek yang akan diteliti.

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan november 2014 sampai desember 2014. Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laboratorium Mesin - mesin fluida Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas

   Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian dilakukan. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah persentase etanol dalam campuran minyak jarak dan etanol yang sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, 50% serta debit bahan bakar sebesar 1 $^{mL}/_{jam}$, 2 $^{mL}/_{jam}$, 3 $^{mL}/_{jam}$, 4 $^{mL}/_{jam,}$ dan 5 $^{mL}/_{jam.}$

2. Variabel terikat

   Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini yaitu dimensi api, *instability* api, warna api, dan temperatur dinding *burner*.

3. Variabel terkontrol

   Variabel terkontrol adalah variabel yang dijaga tetap selama pengujian. Dalam penelitian ini variabel yang dijaga tetap selama pengujian adalah:

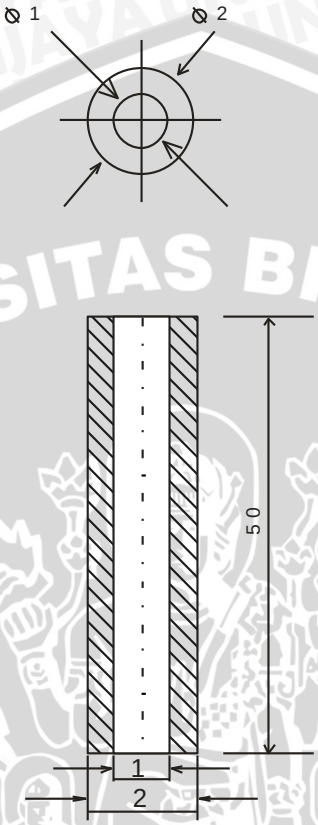
   Diameter *burner* yang mempunyai diameter luar sebesar 2 mm dan diameter dalam 1 mm.

3.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. *Burner*

Alat ini digunakan sebagai tempat berlangsungnya proses pembakaran.



Gambar 3.1 *Burner*

Keterangan:

Diameter dalam : 1 mm

Diameter luar : 2 mm

Ketinggian : 50 mm

Material : Tembaga

Konduktivitas Termal : 385 W/m^{0}C

2. Biodiesel minyak jarak

Digunakan sebagai bahan bakar yang akan dicampur dengan etanol sebelum dibakar.

Gambar 3.2 Biodiesel minyak jarak

3. Etanol

Digunakan sebagai bahan bakar pencampur minyak jarak

Gambar 3.3 Etanol

4. *Syringe pump*

Alat ini digunakan untuk mengatur debit bahan bakar yang masuk. Ketelitian alat ini mencapai 0,01 ml/hr.

Spesifikasi :

- Motor type : Step motor
- Motor step per evolution : 400
- Power supply output : 12V DC @ 800 mA
- Maximum speed : 5.1005 cm/min
- Minimum speed : 0.004205 cm/hr
- Maximum pumping : 1699 ml/hr
- Minimum pumping : 0.73 ml/hr

Gambar 3.4 *Syringe pump*

5. *Syringe*

Alat ini digunakan wadah bahan bakar ketika dipasangkan pada *syringe pump*. Syringe yang di gunakan berukuran 1ml.

Gambar 3.5 *Syringe*

6. *Thermocouple*

Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur pada *burner*.

Spesifikasi :

- Merk : Krisbow
- Range (°C) : -50 – 1300
- Range (°F) : -58 - 2000
- Sensor type : Type K

Gambar 3.6 *Thermocouple*

7. Kamera

Alat ini digunakan untuk mendokumentasikan dan mengambil data penelitian.

Spesifikasi :

- Type : Canon EOS 70D
- Megapixels : 20.0 megapixels
- Iso range : 100 up to 25600
- Maximum image resplution : 5,472x3,648
- Shutter speed : 30 to 1/8,000 seconds

Gambar 3.7 Kamera

8. Komputer

Digunakan untuk mengolah gambar citra api hasil foto

9. Pemantik

Digunakan untuk menyalakan api pada *burner*.

Gambar 3.8 Pemantik

10. Gelas ukur

Gelas ini digunakan untuk mengukur volume bahan bakar dalam satuan mL

Gambar 3.9 Gelas ukur

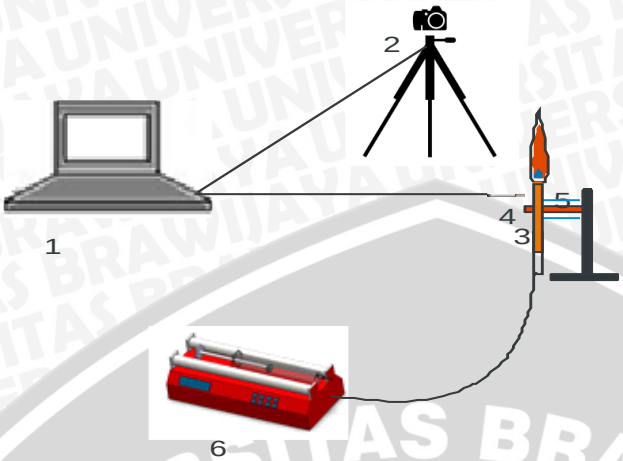
11. Gelas pencampur

Gelas ini digunakan untuk mencampurkan biodiesel minyak jarak dan etanol yang akan digunakan.

Gambar 3.10 Gelas pencampur

3.4 Skema Instalasi Penelitian

Rangkaian skema instalasi peralatan dapat di lihat pada gamabar di bawah ini :



Keterangan :

1. Komputer
2. Kamera
3. *Burner*
4. *Thermocouple*
5. *Heater*
6. *Syringe pump*

Gambar 3.11 Instalasi penelitian

Dari skema diatas ditunjukkan rangkaian peralatan yang digunakan pada penelitian ini. Bahan bakar menggunakan campuran minyak jarak dengan etanol dialirkan ke *burner* menggunakan *syringe pump*, pada *syringe pump* dapat diatur debit bahan bakar yang memasuki *burner* hingga ketelitian 0,01 mL/jam. Setelah pengaturan debit bahan bakar pada *syringe pump* untuk menjalankan *syringe pump* dilakukan dengan menekan tombol *pumping.*

Kamera pada skema tersebut berfungsi sebagai pengambil gambar visualisasi bentuk nyala api. Yang mana kamera tersebut akan merekam visualisasi api selama api menyala. Sedangkan untuk pengambilan data temperatur dinding *burner* menggunakan *thermocouple*. *Thermocouple* ini digunakan dengan cara langsung menempelkan saja bagian ujung dari *thermocouple* ke titik – titik yang sudah ditentukan pada *burner*. Setelah itu hasil yang terbca pada *thermocouple* dimasukan kedalam komputer lalu dimasukan kedalam tabel.

Burner yang digunakan terbuat dari material tembaga. Kemudian *heater* digunakan sebagai alat bantu untuk menguapkan bahan bakar. *Heater* ini memiliki input sebesar 220v-40w. Hasil penelitian berupa video dari kamera serta data temperatur dari *thermocouple* dimasukan kedalam komputer lalu diolah pada komputer yang nantinya akan dijadikan sebuah grafik dan akan dijadikan pembahasan.

3.5 Metode Pengambilan Data

Urutan langkah - langkah untuk pengambilan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

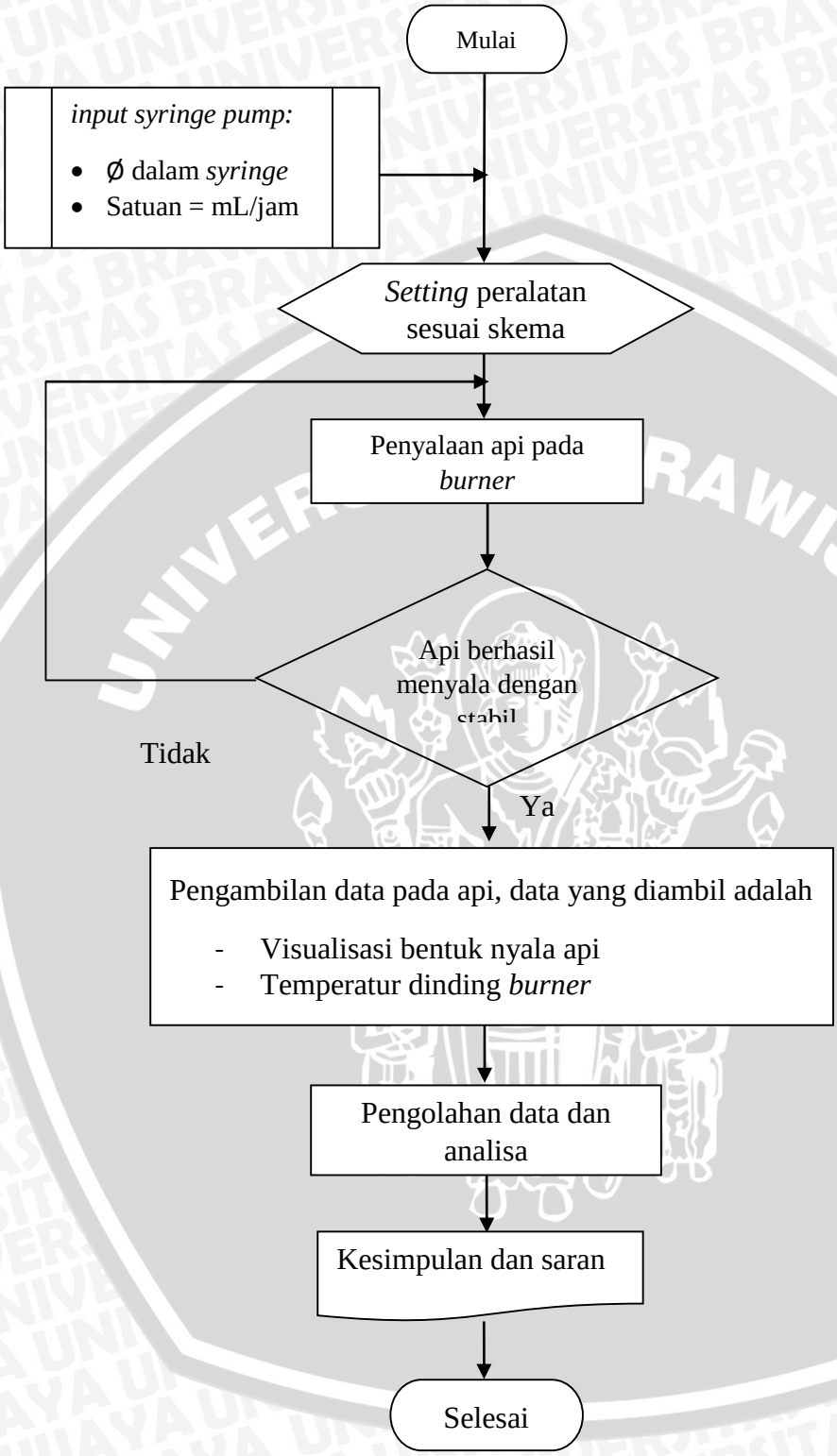
1. Menyiapkan *burner* yang akan di gunakan dan memastikan tidak ada cacat fisik pada *burner*.
2. Melakukan *setting* peralatan sesuai dengan skema pada Gambar 3.11
3. Mengatur debit bahan bakar menggunakan *Syringe pump*.
4. Menyalakan api pada burner dengan bantuan pematik api.
5. Untuk pengambilan gambar visualisasi bentuk nyala api dilakukan dengan menggunakan kamera. Sudut pengambilan gambar diambil dari samping *burner*.
6. Untuk pengambilan data temperatur dinding *burner* tempelkan *thermocouple* pada dinding *burner*.
7. Selesai

3.6 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara :

1. Untuk mendapatkan data visualisasi api (dimensi api dan warna api) hasil video dari pengambilan data dijadikan berupa potongan foto – foto sebanyak seratus foto dari setiap video yang berdurasi satu menit. Kemudian foto – foto tersebut dilihat warna apinya dan diukur dimensi api pada hasil foto dengan menggunakan *CorelDraw*.
2. Untuk pengambilan data temperatur *burner* dilakukan dengan menggunakan bantuan *thermocouple*. Dan hasilnya dimasukan kedalam tabel. Kemdian data yang sudah dimasukan kedalam tabel akan dikembangkan kedalam sebuah grafik yang nantinya grafik tersebut akan dimasukan kedalam pembahasan.
3. Untuk pengolahan data banyaknya ledakan yang terjadi. Dilihat dari hasil rekaman visualisasi api dan dihitung berapa banyak ledakan yang terjadi pada saat api menyala. Kemudian dimasukan kedalam tabel lalu dijadikan sebuah grafik untuk dijadikan pembahasan,

3.7 Diagram Alir Penelitian



repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB IV
PEMBAHASAN

4.1. Pengolahan Data

Dalam penelitian ini diamati visualisasi nyala api pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dengan etanol dengan variasi prosentase etanol. Prosentase etanol divariasikan sebesar 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%, dihitung berdasarkan volume bahan bakar. Untuk pembanding, juga dilakukan pengamatan terhadap karakteristik nyala api pembakaran difusi biodiesel minyak jarak dan etanol murni. Untuk dapat mengetahui pola dari api hasil pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dengan etanol dicari dengan mensejajarkan foto hasil pengambilan gambar dan disusun sesuai dengan fenomena yang terjadi pada saat proses pembakaran terjadi.

Pada proses pengambilan data, digunakan debit bahan bakar sebesar 1, 2 ,3, 4, dan 5 $^{mL}/_{jam}$. Dengan adanya perbedaan debit bahan bakar, maka berpengaruh juga terhadap kecepatan bahan bakar yang melewati *burner*. Contohnya untuk debit bahan bakar sebesar 1 $^{mL}/_{jam}$, maka kecepatan bahan bakar dalam *burner* dengan asumsi tidak ada penguapan bahan bakar dalam *burner* adalah:

$$Q = A\ x\ V$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1\ {}^{mL}/_{jam}}{\frac{\pi}{4}\ x\ 1\ mm^2}$$

$$V = \frac{1\ {}^{mL}/_{jam}\ x\ \frac{10^{-6}}{3600}}{\frac{\pi}{4}\ x\ 1\ mm^2}$$

$$V = \frac{2.77x10^{-10}\ {}^{m^3}/_{detik}}{0.785\ x\ 10^{-6}\ m^2}$$

$$V = 0.000354\ {}^{m}/_{detik}$$

Besarnya kecepatan bahan bakar dalam *burner* ini untuk setiap debit bahan bakar dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kecepatan bahan bakar pada tiap debit

Debit bahan bakar ($^{mL}/_{jam}$)	Kecepatan bahan bakar ($^{m}/_{detik}$)
1	0.000354
2	0.000708
3	0.001062
4	0.001415
5	0.001769

Dalam penelitian ini digunakan pemanas (*heater*) pada *burner*. Penambahan *heater* pada *burner* berfungsi untuk meningkatkan temperatur dan menguapkan bahan bakar, sekaligus sebagai energi aktivasi pada proses pembakaran. Adanya *heater* ini mengakibatkan *burner* mempunyai temperatur yang tinggi. Perpindahan kalor atau panas dari *burner* ke bahan bakar sangat dipengaruhi diantaranya oleh kecepatan bahan bakar dan luasan perpindahan kalor dari *burner* ke bahan bakar. Besarnya kecepatan bahan bakar ditentukan oleh debit bahan bakar dan diameter *burner*, sedangkan besarnya luasan perpindahan kalor dari *burner* ke bahan bakar ditentukan oleh diameter dan tinggi *burner*. Dalam penelitian ini *burner* yang digunakan mempunyai diameter 1 mm dan panjang 50 mm. Sehingga luasan permukaan perpindahan kalornya adalah:

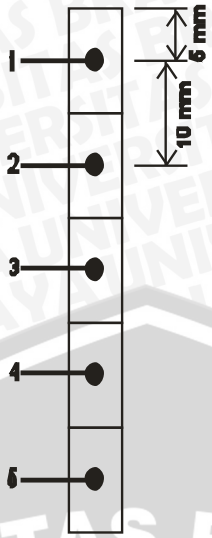
$$A = \pi \; x \; d \; x \; t$$

$$A = 3.14 \; x \; 1 \; mm \; x \; 50 \; mm$$

$$A = 3.14 \; x \; 0.001 \; m \; x \; 0.50 \; m$$

$$A = 0.000157 \; m^2$$

Dengan adanya penambahan pemanas pada *burner*, terjadi pendistribusian panas dari *heater* ke *burner* yang mengakibatkan perbedaan temperatur pada *burner*. Tempetatur *burner* diukur pada titik – titik seperti ditunjukan pada gambar 4.1 dan adapun besarnya distribusi temperatur pada *burner* dapat dilihat pada tabel 4.2.



Gambar 4.1 Titik pengukuran distribusi temperatur pada *burner*

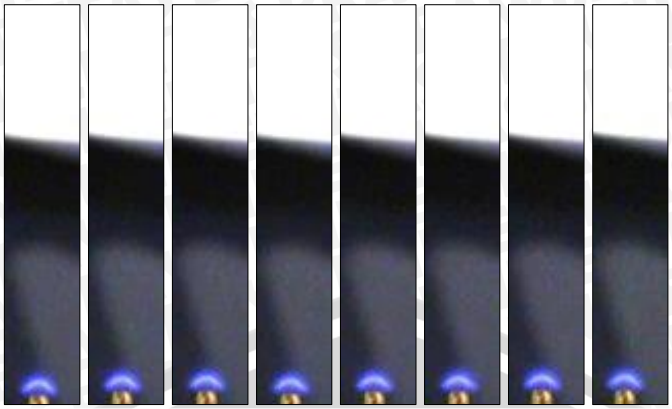
Tabel 4.2 Temperatur *burner* pada tiap titik pengukuran

Titik	Temperatur *Burner* (°C)	
	Etanol 10%	Etanol 40%
1	240	210
2	256	220
3	353	334
4	244	180
5	212	160

4.2. Visualisasi Api

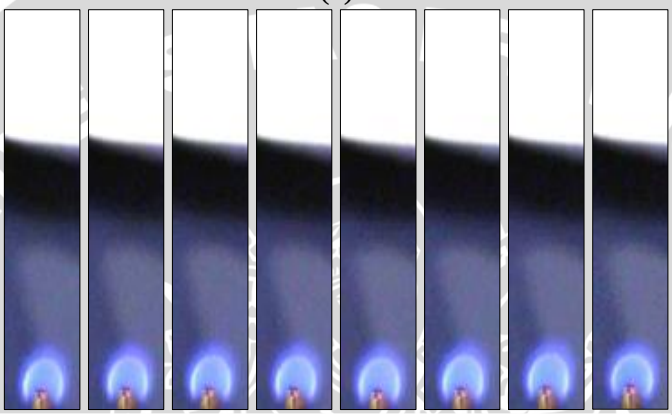
4.2.1 Visualisai nyala api etanol

Pada pembakaran difusi etanol murni pada *mini tube burner*, diperoleh nyala api yang stabil dengan warna biru. Untuk debit etanol sebesar 1 $^{mL}/_{jam}$, sampai 5 $^{mL}/_{jam}$ nyala api stabil dapat diperoleh tanpa pemanasan awal bahan bakar. Hasil atau visualisasi api menunjukan terjadinya api laminar dengan bentuk dan ukuran yang relatif tetap. Setiap penambahan debit pada pembakaran difusi etanol tanpa pemanasan mengakibatkan dimensi api yang semakin membesar (tinggi dan lebar api bertambah) seiring dengan penambahan debit. Hal ini terjadi karena debit yang semakin tinggi mengakibatkan kecepatan dan jumlah bahan bakar bertambah banyak, sehingga memerlukan daerah reaksi pembakaran, dalam hal ini api, yang semakin luas.



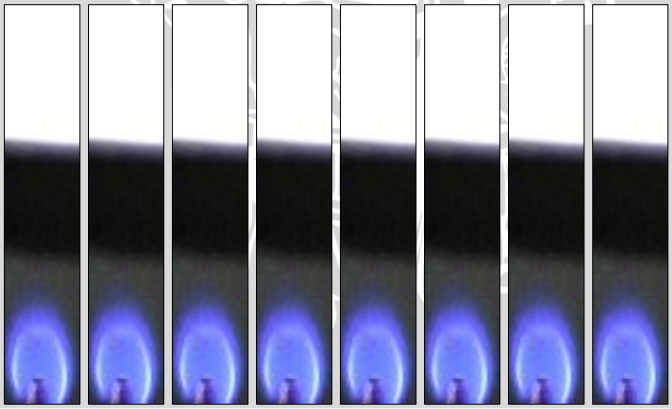
0.04s 0.08s 0.12s 0.16s 0.20s 0.24s 0.28s 0.32s

(a)



0.04s 0.08s 0.12s 0.16s 0.20s 0.24s 0.28s 0.32s

(b)



0.04s 0.08s 0.12s 0.16s 0.20s 0.24s 0.28s 0.32s

(c)

Gambar 4.2 Visualisasi nyala api pembakaran difusi etanol pada debit (a) 1 $^{mL}/_{jam}$, (b) 3 $^{mL}/_{jam}$, (c) 5 $^{mL}/_{jam}$.

Untuk debit bahan bakar 1 $^{mL}/_{jam}$ terlihat api tidak menyentuh *burner*, hal ini terjadi karena adanya pemanasan pada *burner* yang disebabkan oleh api mengakibatkan

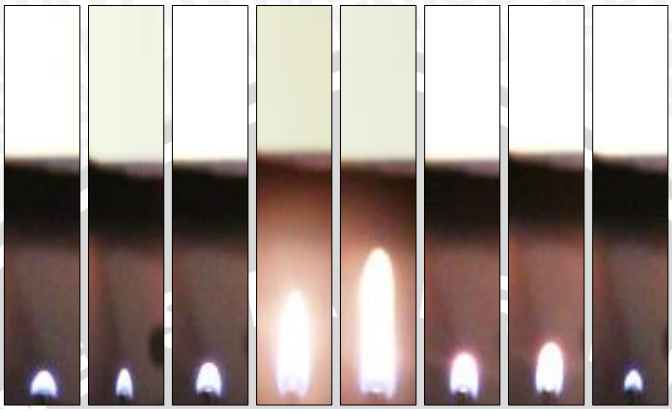
penguapan bahan bakar. Karena adanya penguapan bahan bakar ini, sebagian besar etanol yang keluar dari *burner* telah berbentuk uap dan terbakar setelah keluar dari *burner*, menghasilkan nyala api yang terjadi tidak menyentuh *burner*. Ketika debit bahan bakar 3 $^{mL}/_{jam}$ api menempel pada *burner*, ini terjadi karena bahan bakar yang keluar sebagian masih berbetuk cair. Bahan bakar yang berbentuk cair ini meluber kebagian ujung *burner* yang panas dan menguap, kemudian bahan bakar terbakar pada mulut *burner*, menghasilkan nyala api yang terlihat menempel pada *burner*. Kemudian untuk debit bahan bakar 5 $^{mL}/_{jam}$ semakin banyak bahan bakar yang keluar dari *burner* dalam bentuk cair dan bahan bakar ini meluber sampai kebagian agak bawah dari *burner*. Dengan kondisi *burner* yang panas, bahan bakar ini mulai menguap dan lalu terbakar disekeliling *burner*, sehingga api menyelimuti bagian ujung *burner*.

Dari visualisasi api yang dihasilkan, terdapat beberapa perbedaan pada bagian api. Terlihat pada bagian tengah api mempunyai warna biru gelap. Daerah ini dinamakan dengan *preheated zone*. Pada bagian tengah ini sebenarnya tidak terjadi reaksi pembakaran, karena pada daerah ini reaktan hanya terdiri dari bahan bakar saja, hampir tidak terdapat/hanya terdapat sedikit udara pada bagian ini, sehingga proses pembakaran tidak dapat berlangsung di daerah ini. Daerah *preheated zone* dikelilingi oleh daerah reaksi pembakaran (nyala api), dalam gambar ini ditunjukkan dengan api yang mempunyai warna biru terang. Ini merupakan daerah pembakaran difusi. Daerah pembakaran terjadi disekeliling *preheated zone* dan mempunyai *equivalence ratio* ≈1. Daerah ini mempunyai bentuk yang mendekati bentuk selimut bola pada debit bahan bakar yang relatif besar. Lebih ke bagian luar dari nyala api, terdapat lapisan api yang berwarna biru gelap. Bagian ini merupakan daerah campuran miskin bahan bakar, karena difusi lebih lanjut bahan bakar ke udara.

Penggunaan *heater* pada *burner* untuk pemanasan awal pada pembakaran etanol mengakibatkan pembakaran tidak bisa terjadi dengan stabil. Hal ini dikarenakan penggunaan *heater* pada *burner* mengakibatkan etanol mendidih atau menguap secara keseluruhan ketika berada di dalam *burner*. Bahkan pendidihan etanol terjadi sebelum etanol masuk ke *burner* yang disebabkan oleh perambatan panas yang diterima *burner* dari *heater* mencapai bagian bawah *burner* dan mengakibatkan etanol yang berada dibagian bawah *burner* menguap terlebih dahulu. Selanjutnya saat melewati *burner* temperatur uap meningkat menjadi uap panas lanjut dan densitasnya berkurang, sehingga

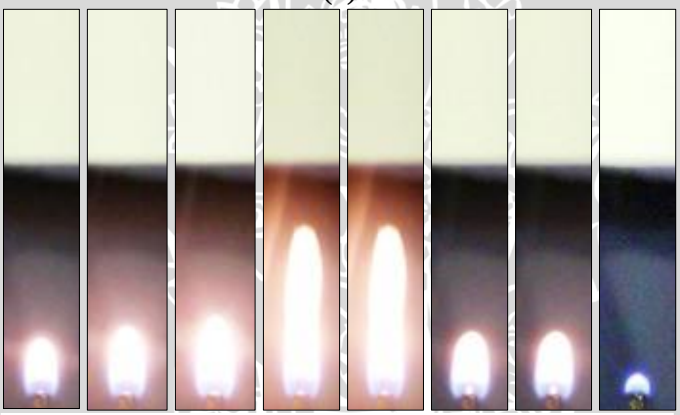
kecepatannya bertambah besar. Uap yang keluar dari mulut *burner* mempunyai kecepatan yang sangat tinggi, lebih tinggi dari pada kecepatan pembakarannya, sehingga etanol tidak dapat terbakar membentuk nyala api yang stabil pada mulut *burner*.

4.2.2 Visualisai nyala api biodiesel



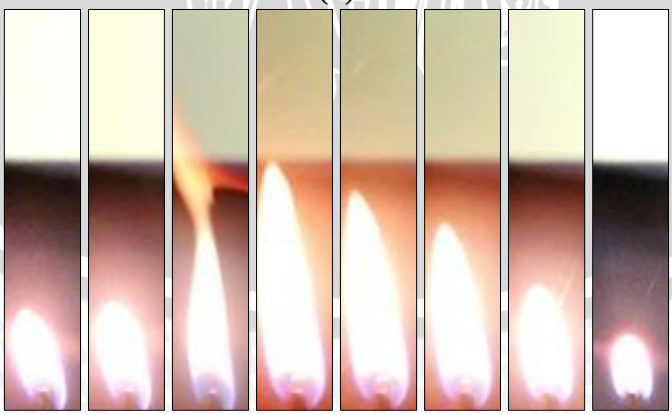
0.04s 0.08s 0.16s 0.20s 0.24s 0.28s 0.32s 0.36s

(a)



0.04s 0.08s 0.12s 0.16s 0.20s 0.24s 0.32s 0.44s

(b)



0.04s 0.08s 0.12s 0.16s 0.20s 0.24s 0.28s 0.32s

(c)

Gambar 4.3 Visualisasi api pembakaran difusi biodiesel pada debit (a) 1 $^{mL}/_{jam}$, (b) 3 $^{mL}/_{jam}$, (c) 5 $^{mL}/_{jam}$.

Pembakaran untuk biodiesel saja tidak dapat dilakukan tanpa menggunakan *heater* pada *burner*nya. Hal ini disebabkan temperatur nyala dan kalor laten penguapan biodiesel minyak jarak yang tinggi. Oleh karena itu untuk membakar biodiesel minyak jarak harus menambahkan *heater* pada *burner*nya untuk memanaskan dan menguapkan bahan bakar, serta mendapatkan energi aktifasi untuk proses pembakaran biodiesel minyak jarak.

Pembakaran yang terjadi tidak sepenuhnya dapat menyala dalam waktu yang lama. Api yang dihasilkan tidak dapat menyala dengan stabil. Api dapat menyala dalam waktu yang singkat kemudian api itu padam. Api ini dapat timbul karena adanya tambahan energi aktifasi yang berasal dari pemantik yang digunakan untuk membakar bahan bakar. Kemudian api dapat menyala tetapi dalam waktu yang singkat. Hal ini terjadi karena kalor yang dibutuhkan bahan bakar untuk menguapkan bahan bakar kurang. Jadi api yang dapat dihasilkan hanya sebatas bahan bakar yang pada awalnya mendapatkan tambahan energi aktifasi dari pemantik.

Adanya penambahan *heater* ini tidak cukup membantu untuk dapat menguapkan biodiesel. Panas yang merambat dari *heater* ke *burner* belum cukup untuk dapat menjadi energi aktifasi agar terjadi api yang stabil. *Heater* ini berfungsi menaikan temperatur dan menguapkan biodiesel selama melewati *burner* namun karena kurangnya panas yang dibutuhkan menyebabkan uap yang terbentuk kurang untuk terjadinya pembakaran yang stabil.

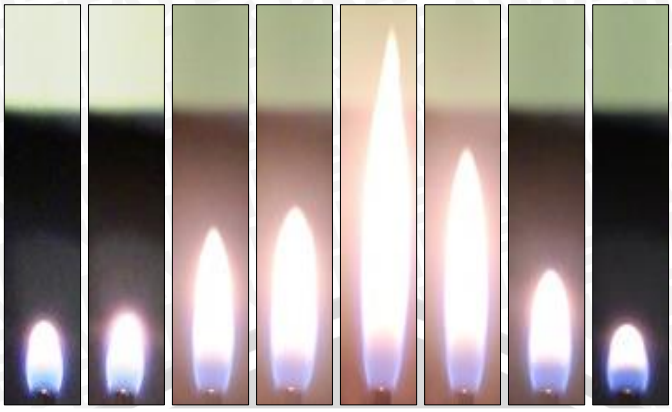
Terlihat pada visualisai api pembakaran difusi biodiesel murni, terdapat warna api yang berbeda. Pada bagian bawah api, terlihat api berwarna biru, sedangkan pada bagian atas api berwarna kuning. Secara umum api didominasi oleh warna kuning. Api berwarna biru menunjukkan pembakaran dari campuran bahan bakar – udara yang mendekati stoikiometri atau campuran miskin bahan bakar, sedangkan api berwarna kuning biasanya berhubungan dengan pembentukan jelaga dan pembakaran campuran kaya bahan bakar. Sebagian kecil bahan bakar menguap ketika mengalir di dalam *burner*. Bagian bahan bakar yang sudah menguap berdifusi dengan udara begitu keluar dari *burner*, sebagian terbakar membentuk api biru di mulut *burner*. Bahan bakar yang masih berbentuk cair ketika keluar dari *burner*, menguap lebih lanjut ketika berada didalam *reaction zone* (nyala api). Kemudian uap bahan bakar ini berdifusi dengan udara membentuk campuran kaya bahan bakar dan terbakar membentuk api berwarna kuning.

4.2.3 Visualisasi nyala api pada prosentase etanol berbeda

Untuk pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dan etanol dilakukan penambahan *heater* pada bagian *burner*nya. Panas yang ditimbulkan oleh *heater*, mengakibatkan bagian *burner* panas dan panas merambat kebagian bawah *burner* yang mendidihkan campuran biodiesel minyak jarak dan etanol kemudian hasil dari mendidihnya bahan bakar menimbulkan uap yang nantinya melewati *burner* dan akhirnya campuran biodiesel minyak jarak dan etanol dapat terbakar secara difusi.

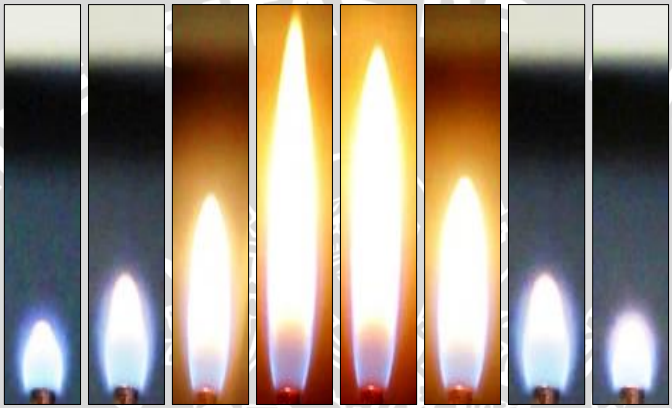
Dari pembakaran campuran biodiesel dan etanol dengan prosentase etanol 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% api yang dihasilkan tidak dapat menyala dengan stabil pada prosentase etanol 10% dan 50%. Hal ini terjadi karena komposisi campuran bahan bakar yang kurang sesuai. Pada prosentase etanol 10%, api yang tidak dapat menyala dengan stabil ini dikarenakan pemanasan yang dibutuhkan untuk energi aktifasi dan menguapkan bahan bakar masih kurang. Pada campuran bahan bakar dengan etanol 10% dan biodiesel 90% jelas didominasi oleh biodiesel. Disini dibutuhkan energi untuk menguapkan bahan bakar dan energi aktifasi yang cukup tinggi agar pembakaran dapat berlangsung. Pada awal proses pembakaran atau penyalaan energi aktifasi didapatkan dari *heater* yang digunakan dan pemantik yang digunakan untuk memantik bahan bakar agar terbakar. Namun api yang dihasilkan tidak dapat menyala dengan stabil dan hanya menyala dalam waktu yang singkat. Ini terjadi karena kurangnya panas yang dibutuhkan untuk menguapkan bahan bakar serta untuk energi aktifasi agar pembakaran terjadi secara kontinyu (stabil).

Ketika prosentase etanol 50% dalam campuran bahan bakar, api yang dihasilkan juga tidak dapat menyala dengan stabil. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya etanol dalam campuran menyebabkan bagian bahan bakar yang menguap dalam *burner* semakin banyak. Dengan mudahnya bahan bakar menguap, uap yang melewati *burner* akan berubah menjadi uap panas lanjut dan densitasnya berkurang, sehingga kecepatannya sangat tinggi dan lebih tinggi dari pada kecepatan pembakarannya sehingga api yang dihasilkan tidak dapat menyala dengan stabil lalu blow off atau padam. Untuk api yang dihasilkan pada prosentase 20%, 30%, dan 40% dapat menyala dengan stabil tanpa terjadi api padam pada *burner*. Ini terjadi karena jumlah uap bahan bakar yang dihasilkan cukup untuk mendukung terjadinya pembakaran. Serta kecepatan yang dimiliki uap bahan bakar tidak lebih tinggi dari kecepatan pembakaran. Jadi api dapat menyala dan tidak mengalami *blowoff*.



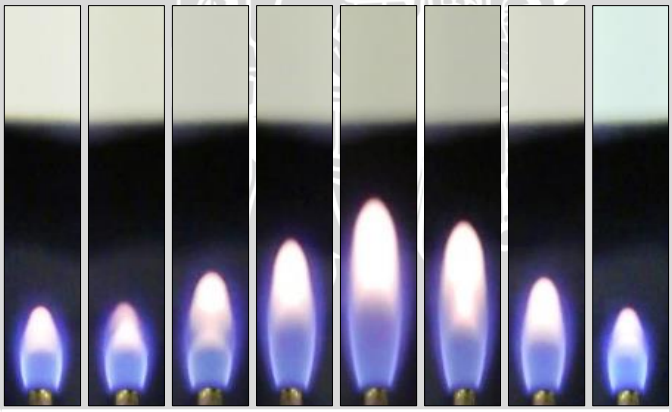
0.04s 0.08s 0.20s 0.24s 0.32s 0.40s 0.44s 0.60s

(a)



0.04s 0.08s 0.12s 0.16s 0.20s 0.24s 0.28s

(b)



0.04s 0.12s 0.14s 0.20s 0.24s 0.28s 0.32s

(c)

Gambar 4.4 Visualisasi api pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dan etanol pada debit 3 $^{mL}/_{jam}$ dengan (a) E20, (b) E30, (c) E40.

Dengan adanya perbedaan prosentase etanol pada campuran bahan bakar dan etanol, menimbulkan visualisasi nyala api yang berbeda. Semakin tinggi prosentase etanolnya, warna api biru yang dihasilkan semakin dominan bila dibandingkan dengan

warna api kuning. Warna api biru ini dipicu dengan banyaknya etanol pada campuran yang mana secara umum pembakaran etanol mempunyai visualisasi api yang berwarna biru. Serta warna biru ini juga dihasilkan karena pada bagian bawah api memiliki pembakaran yang mendekati stokiometri. Lalu semakin banyak prosentase biodiesel minyak jarak dalam campuran, visualisasi api kuning yang dihasilkan semakin besar. Hal ini dikaranekan dengan semakin banyaknya prosentase biodiesel pada campuran bahan bakar menyebabkan bahan bakar yang keluar dari *burner* dalam bentuk cair semakin banyak. Bahan bakar cair ini kemudian menguap dalam *reaction zone* dan bercampur dengan udara membentuk campuran kaya bahan bakar. Pembakaran campuran ini menghasilkan pembentukan jelaga yang semakin besar. Dan api yang dihasilkan berwarna kuning. Untuk api yang berwarna biru terjadi karena pembentukan jelaganya berkurang bila dibandingkan dengan api yang berwarna kuning.

Semakin bertambahnya prosentase etanol dalam campuran biodiesel dan etanol menyebabkan warna api yang ditimbulkan didominasi oleh warna biru. Hal ini menunjukan bahwa pembakaran yang terjadi memiliki pembentukan jelaga yang lebih sedikit. Sedangkan hasil pembakaran dengan warna api kuning, pembentukan jelaganya lebih banyak. Bila nantinya campuran biodiesel dan etanol digunakan pada mesin diesel, campuran etanol akan mengurangi jelaga yang terbentuk. Jelaga yang terbentuk pada mesin diesel dapat berupa asap. Selain itu pembakaran yang terjadi lebih mudah untuk menyala pada prosentase etanol 20%, 30%, dan 40%. Dengan adanya penambahan etanol mulai 20%, 30% dan 40% bahan bakar mudah untuk terbakar. Apabila campuran biodiesel dan etanol ini digunakan pada mesin diesel, memungkinkan pada ruang bakar mesin diesel bahan bakar lebih mudah terbakar dan hasil pembakarannya juga lebih baik.

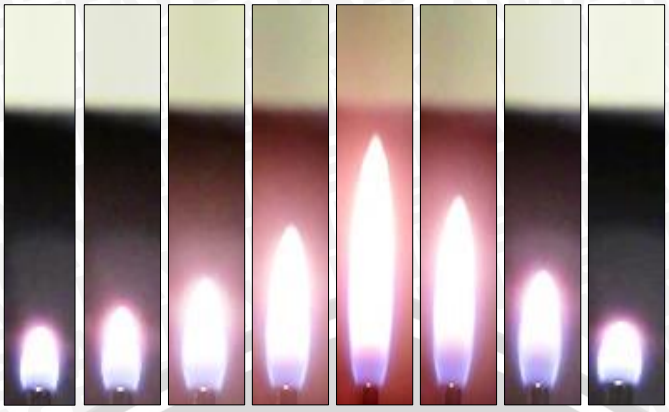
Prosentase etanol pada campuran bahan bakar juga berpengaruh terhadap dimensi api yang meliputi tinggi dan lebarnya. Tinggi api yang dihasilkan berbanding lurus dengan besarnya prosentase etanol pada campuran bahan bakar. Semakin banyak prosentase etanol pada bahan bakar semakin tinggi pula api yang dihasilkan. Hal ini karena bahan bakar mudah untuk menguap dan uap yang dihasilkan ini mengalami pemanasan lanjut pada saat uap melewati *burner* yang menjadikan bahan bakar pada fase uap panas lanjut. Dengan berubahnya uap bahan bakar menjadi uap panas lanjut, densitas dari uap menjadi berkurang dan mengakibatkan kecepatan bahan bakar menjadi tinggi. Karenanya tinggi api yang dimiliki semakin tinggi. Tetapi lebar yang dimiliki api tidak

berbanding lurus dengan penambahan prosentase etanol pada campuran bahan bakar. Semakin besar prosentase etanol, lebar api yang dihasilkan semakin kecil. Ini dikarenakan bahan bakar yang keluar dari *burner* mempunyai kecepatan yang relatif tinggi, dan lebih banyak yang berada dalam fase uap. Sehingga bahan bakar berdifusi dengan lebih cepat keudara kemudian terbakar, menghasilkan api yang relatif sempit. Nyala api menunjukan distribusi bahan bakar diudara. Akan tetapi untuk prosentase etanol 40% lebih memiliki nyala api yang stabil disbandingkan dengan prosentase lainnya.

4.2.4 Visualisasi nyala api pada debit berbeda

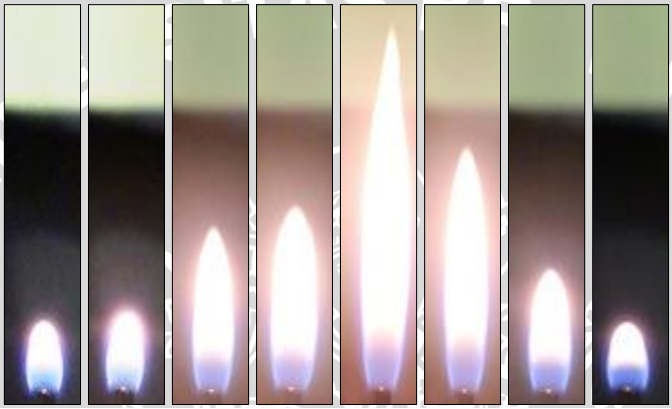
Dengan debit bahan bakar yang berbeda – beda terlihat api yang dihasilkan juga memiliki perbedaan. Dengan meningkatnya debit bahan bakar, api yang dihasilkan memiliki tinggi sesuai dengan kenaikan debit bahan bakar. Tetapi untuk debit 1 $^{mL}/_{jam}$ api tidak dapat sepenuhnya menyala dengan stabil. Hal ini dikarenakan suplai bahan bakar ke dalam *burner* terlalu sedikit untuk menghasilkan uap bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran. Jadi pada debit 1$^{mL}/_{jam}$ api yang dihasilkan tidak dapat menyala dengan stabil dan tidak terjadi secara kontinyu. Nyala api pada debit bahan bakar 3 $^{mL}/_{jam}$ dan 5 $^{mL}/_{jam}$, api lebih stabil. Dengan debit yang tinggi pula, tinggi api yang dihasilkan juga semakin tinggi.

Visualisasi nyala api menunjukan adanya perbedaan warna api yang dihasilkan pada tiap debit bahan bakar. Terlihat dengan kenaikan debit bahan bakar, api biru dan api kuning yang dihasilkan semakin banyak. Dengan kenaikan debit bahan bakar maka kecepatan bahan bakar pun meningkat. Meningkatnya debit bahan bakar ini menjadikan uap bahan bakar yang keluar *burner* memiliki kecepatan yang tinggi. Kecepatan ini berpengaruh dengan tinggi api yang dihasilkan. Semakin besar kecepatan bahan bakar, semakin tinggi nyala api yang dihasilkan. Bagian api yang berwarna biru dan kuning pada setiap debit bahan bakar bertambah sesuai dengan bertambahnya ketinggian api sebagaimana dijelaskan pada subbab sebelumnya, api biru berhubungan dengan pembakaran campuran stoikiometri dan miskin bahan bakar. Api biru kemungkinan besar merupakan pembakaran dari etanol yang telah menguap di dalam *burner*. Api kuning berhubungan dengan proses pembakaran campuran kaya bahan bakar dan proses pembentukan jelaga. Karena bahan bakar mempunyai prosesntase etanol yang sama bagian api yang berwarna biru dan kuning pada setiap debit juga relatif sama.



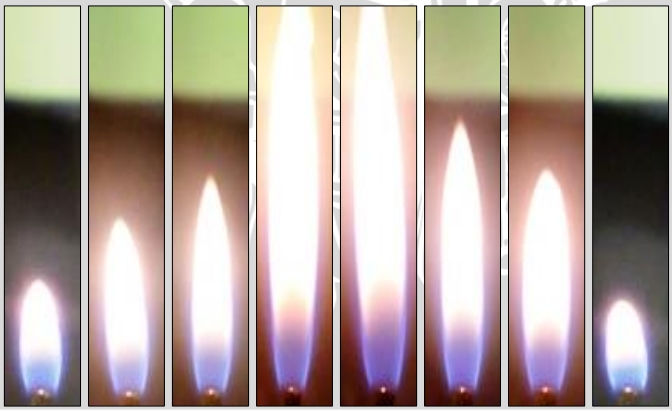
0.04s 0.08s 0.20s 0.24s 0.28s 0.48s 0.60s 0.64s

(a)



0.04s 0.08s 0.20s 0.24s 0.32s 0.40s 0.44s 0.60s

(b)



0.04s 0.20s 0.24s 0.28s 0.52s 0.64s 0.68s 0.72s

(c)

Gambar 4.5 Visualisasi nyala api pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dan etanol dengan prosentase etanol 20% pada debit (a) 1 $^{mL}/_{jam}$, (b) 3 $^{mL}/_{jam}$, (c) 5 $^{mL}/_{jam}$.

kecenderungan yang dimiliki oleh api pun berbeda – beda dengan seiring menigkatnya debit bahan bakar. Semakin tinggi debit bahan bakar, api yang dimiliki

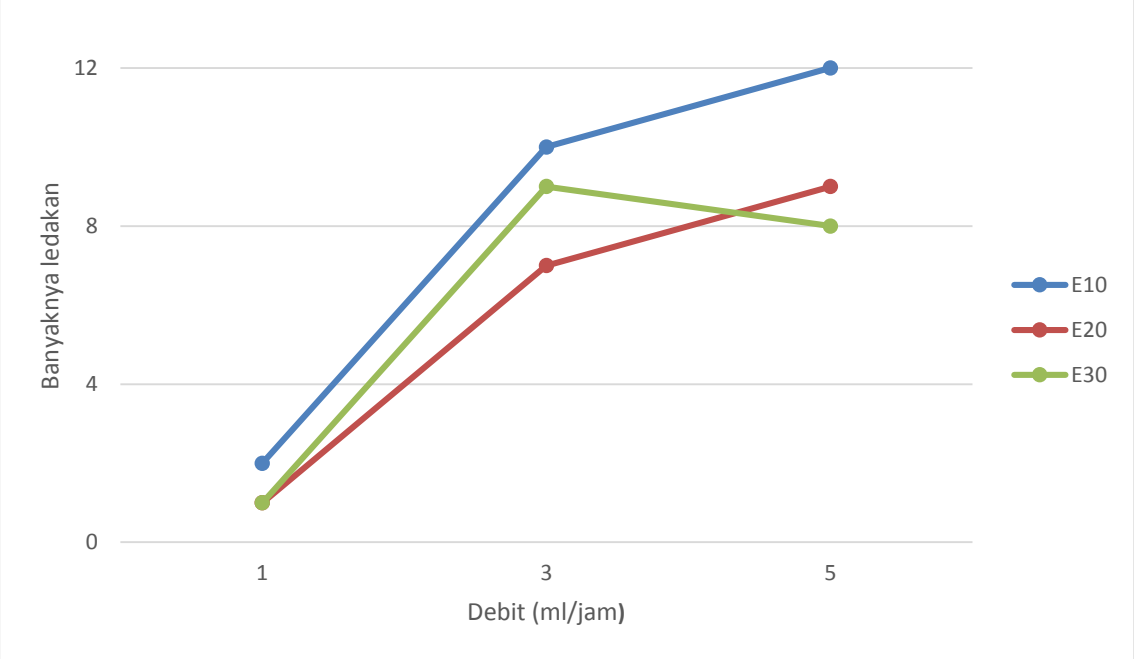
semakin stabil. Pada debit $1^{mL}/_{jam}$ api yang dihasilkan memiliki kecenderungan naik turun dalam frekuesi yang tinggi bila dibandingkan pada debit $3^{mL}/_{jam}$ dan $5^{mL}/_{jam.}$ Namun kenaikan debit ini berpengaruh terhadap ledakan yang terjadi pada saat proses pembakaran. Menigkatnya ledakan ini dipengaruhi oleh kecepatan bahan bakar yang tinggi yang menyebabkan masih adanya bahan bakar yang belum menguap namun sudah keluar *burner* karena dorongan dari bahan bakar. Bahan bakar yang belum menguap ini menimbulkan ledakan karena bahan bakar ini baru menguap setelah bahan bakar melewati *burner*. Banyaknya ledakan yang terjadi dapat dilihat pada tabel 4.3.

4.3 Ledakan

Tabel 4.3 Banyaknya ledakan yang terjadi

Bahan bakar pada setiap prosentase etanol	Ledakan yang terjadi		
	Debit 1 $^{ml}/_{h}$	Debit 3 $^{ml}/_{h}$	Debit 5 $^{ml}/_{h}$
10%	2	10	12
20%	1	7	9
30%	1	7	8
40%	0	0	0
50%	0	0	0

Ledakan ini terjadi karena dengan semakin besar debit bahan bakar, maka bahan bakar yang keluar dari burner belum sepenuhnya dalam kondisi uap, masih ada yang berbentuk cair. Bahan bakar yang berbentuk cair menguap pada daerah nyala api. Hasil uap itu berdifusi dengan udara dan mengakibatkan ledakan pada api.

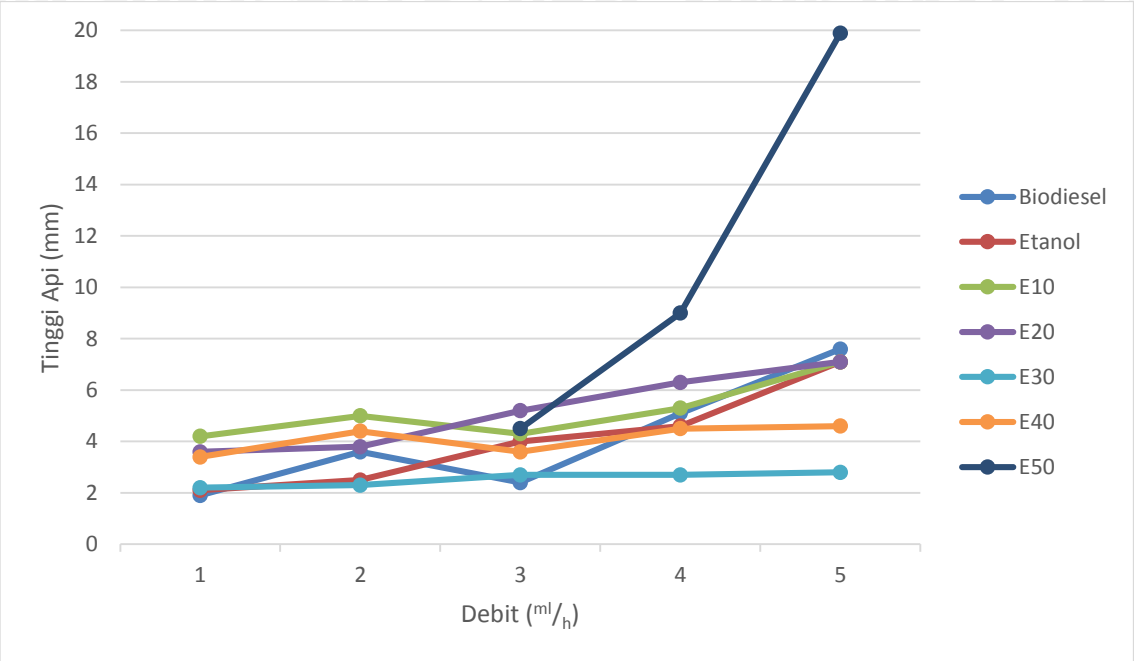


Gambar 4.6 Hubungan debit bahan bakar terhadap banyaknya ledakan yang terjadi pada tiap prosentase etanol

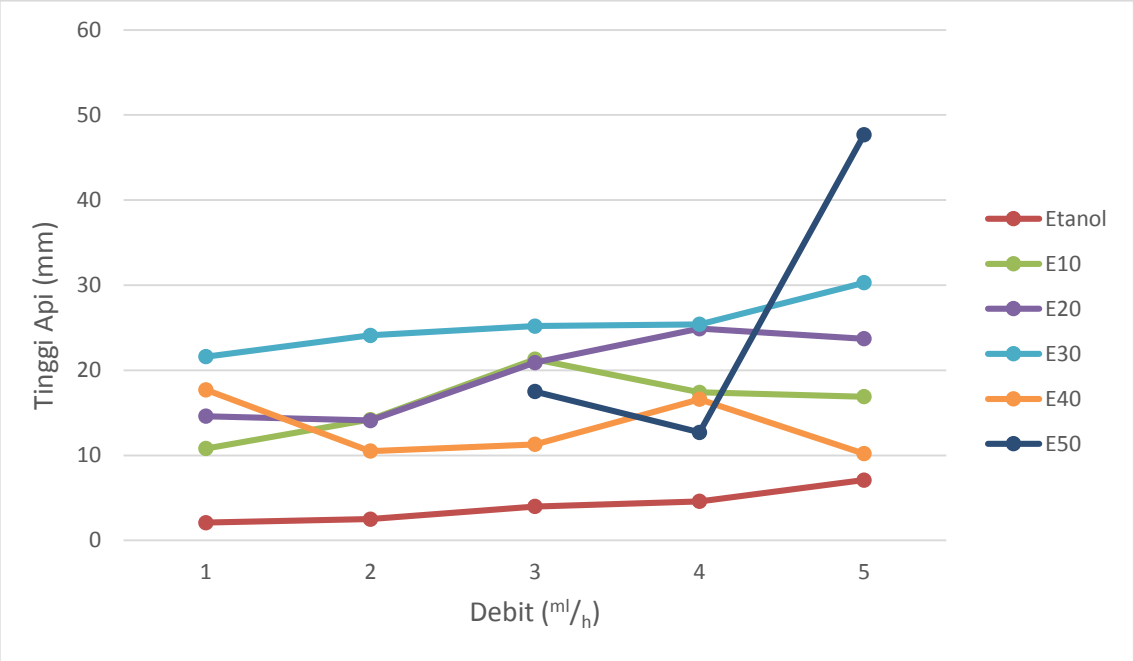
4.4 Tinggi Api

Tabel 4.4 Tinggi api hasil pembakaran bahan bakar

Bahan Bakar	Tinggi api (mm)									
	Debit 1 $^{ml}/_{h}$		Debit 2 $^{ml}/_{h}$		Debit 3 $^{ml}/_{h}$		Debit 4 $^{ml}/_{h}$		Debit 5 $^{ml}/_{h}$	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Biodiesel	1.9	14.6	3.6	38	2.4	22.8	5.1	39.6	7.6	27.6
Etanol	2.1	2.1	2.5	2.5	4.0	4.0	4.6	4.6	7.1	7.1
E10	4.2	10.8	5	14.2	4.3	21.3	5.3	17.4	7.1	16.9
E20	3.6	14.6	3.8	14.1	5.2	20.9	6.3	24.9	7.1	23.7
E30	2.2	21.6	2.3	24.1	2.7	25.2	2.7	25.4	2.8	30.3
E40	3.4	17.7	4.4	10.5	3.6	11.3	4.5	16.6	4.6	10.2
E50	0	0	0	0	4.5	17.5	9.0	12.7	19.9	47.7



Gambar 4.7 Hubungan antara tinggi api minimum dengan prosentase etanol dalam campuran biodiesel minyak jarak dan etanol



Gambar 4.8 Grafik hubungan antara tinggi api maksimum dengan prosentase etanol dalam campuran biodiesel minyak jarak dan etanol

Terlihat pada grafik diatas, bahwa debit bahan bakar mempengaruhi tinggi api yang terjadi. Tinggi api yang terjadi mengalami kencenderungan yang semakin meningkat seiring pertambahan debitnya.

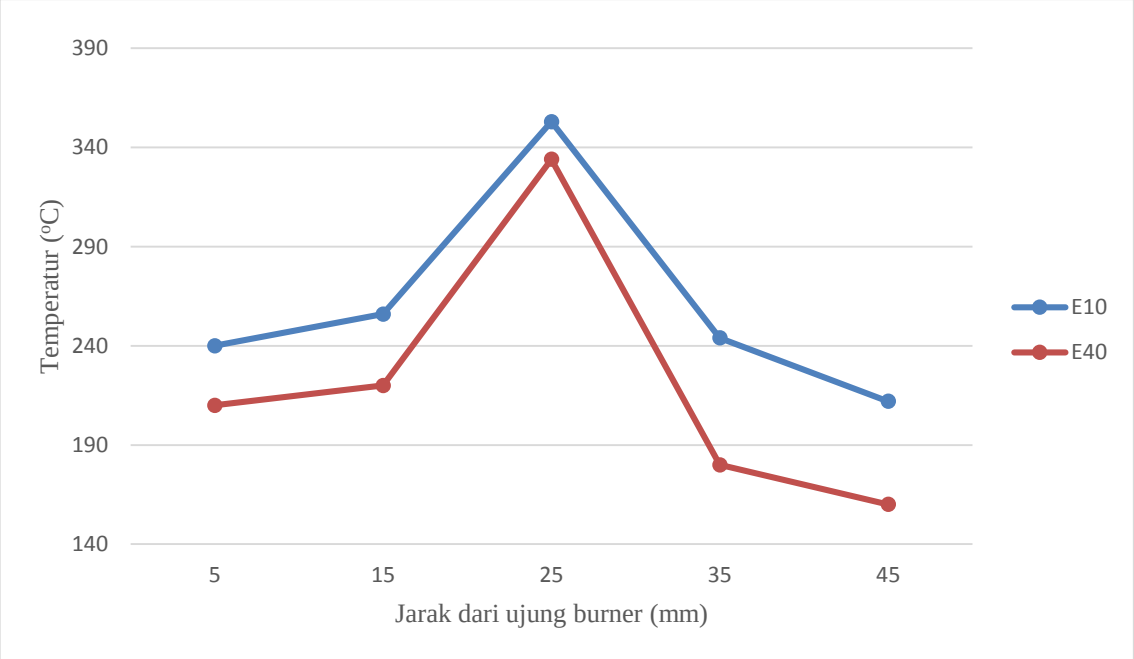
Prosentase etanol dalam campuran juga mempengaruhi ketinggian api yang dihasilkan. Untuk campuran biodiesel dan etanol dengan prosentase etanol 10% sampai 30% terlihat bahwa tinggi api minimum berkurang dengan bertambahnya prosentase etanol. Sebaliknya tinggi api maksimum bertambah seiring dengan bertamambahnya prosentase etanol. Lebih lanjut campuran bahan bakar dengan prosentase 40% etanol mempunyai tinggi api minimum yang relatif besar dengan tinggi api maksimum yang relatif kecil dibandingkan campuran bahan bakar dengan prosentase etanol 10% sampai 30%. Hal ini menunjukan bahwa pembakaran campuran biodiesel dan etanol dengan prosentase 40% lebih stabil. Instability atau ketidakstabilan nyala api disebabkan karena pemanasan oleh heater dan kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran tidak cukup untuk menjaga agar penguapan dan pembakaran bahan bakar terjadi secara kontinyu. Sehingga api yang dihasilkan mempunyai ukuran yang selalu berubah, dari minimum sampai mencapai maksimum. Kemudian mengalami ledakan dan kembali lagi ke ukuran minimum.

Tinggi api maksimum semakin besar dengan bertambahnya prosentase etanol sampai 30%. Hal ini terjadi karena dengan prosentase etanol yang lebih tinggi, campuran bahan bakar akan lebih mudah mendidih dan menghasilkan uap yang lebih banyak. Dan uap yang keluar dari burner menimbulkan kecepatan bahan bakar keluar burner yang lebih tinggi, dan pada akhirnya menghasilkan api yang lebih tinggi.

4.5 Temperatur Dinding *Burner*

Dari hasil penelitian terlihat bahwa semakin besar prosentase etanol dalam campuran biodiesel dan etanol maka temperatur dinding burner semakin rendah.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.9 Hubungan antara prosentase etanol terhadap temperatur dinding *burner*

Hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya prosentase etanol dalam campuran, semakin mudah bahan bakar menyerap panas pada dinding burner untuk menguap. Ini berbeda dengan ketika prosentase etanolnya rendah. Etanol mempunyai temperatur penguapan yang rendah, dan proses penguapan menyerap kalor yang lebih besar (kalor laten) dibandingkan kalor sensible untuk menaikan temperatur bahan bakar. sehingga perpindahan kalor terjadi dalam jumlah yang lebih besar ketika prosentase etanol lebih besar. Hal ini mengakibatkan temperatur dinding burner lebih tinggi ketika prosentase etanol dalam campuran bahan bakar rendah.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa pembahasan pengaruh prosentase etanol terhadap karakteristik nyala api pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak dan etanol didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar debit bahan bakar yang digunakan mengakibatkan dimensi (tinggi) api yang semakin tinggi.
2. Semakin besar prosentase etanol pada campuran bahan bakar, menyebabkan tinggi api semakin bertambah.
3. Semakin besar prosentase etanol pada campuran bahan bakar, menyebabkan perpindahan kalor dari dari dinding *burner* ke bahan bakar semakin besar.
4. Untuk prosentase etanol dalam campuran sebesar 20%, 30%, dan 40% nyala api yang dihasilkan dapat menyala dengan stabil. Sedangkan pada prosentase etanol 10% dan 50% api tidak dapat menyala dengan stabil.
5. Semakin besar prosentase etanol dalam bahan bakar campuran menyebabkan api yang berwarna biru semakin mendominasi.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis harapkan tentang penelitian lanjutan untuk :

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan *heater* yang dapat diubah daya pemansannya.
2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan spray untuk penyaluran bahan bakar.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PUSTAKA

Adebayo G.B, et al, 2011. *Physico-chemical Properties of Biodiesel Produced From Jatropha Curcas Oil and Fossil Diesel*. Journal of Microbiology and Biotechnology Research. 12 - 16

Botero M.L, et al, 2011. *Droplet combustion of Ethanol, diesel, castor oil Biodiesel, and Their Mixtures*. 7th US National Combustion Meeting of combustion institute.

Departemen Pertanian. 2005. *Proses Pembuatan Minyak Jarak sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Medan

Gnanamoorthi V. et al. 2012. *Effect of Diesel-ethanol Blends on Performance, Combustion and Exhaust Emission of a Diesel Engine. International Journal of Current Engineering and Technology*. Vol 3. No 1

Li Jun, et al. 2011. *Optimal Mixture Ratio Of Biodiesel Ethanol Diesel for Diesel Engines. Journal of Energy and Power Engineering. 625-629.*

Perry,R.H., 1999, Perry's Chemical Engineering Handbooks, Me. Graw Hill, New York

Rajesh S. et al, 2014. *Biodiesel Production From Jathropha Oil And Its Characterization. Research Journals of Chemical Sciences*. 181-188

S. Antony, et al, 2011. *Investigations On Fuel Properties Of Ternary Mixture Of Ethanol, Bio Diesel From Acid Oil And Petroleum Diesel To Evaluate Alternate Fuel For Diesel Engine. Impact Journals*. Vol 1 (1)

Tjahjan, 2010. *Budidaya dan Pengolahan Hasil Rimer Jarak Pagar*. Balittri Kementerian Pertanian Republik Indonesia

Wardana, ING. 2008. *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*. Malang: PT. Danar Wijaya Brawijaya University Press.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA