

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian mengenai peran gliserol terhadap kecepatan pembakaran api premiks dengan bahan bakar minyak kelapa sawit yang sudah dilakukan, didapatkan hasil data terlampir yang dapat menjawab permasalahan yang ada pada bab sebelumnya dan memberi visualisasi serta analisa peran gliserol terhadap kecepatan pembakaran api premiks pada bahan bakar minyak kelapa sawit.

Beberapa hasil yang didapatkan dari penelitian tentang peran gliserol terhadap kecepatan pembakaran api premiks dengan bahan bakar minyak kelapa sawit, yaitu:

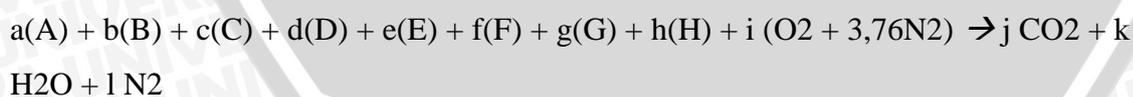
- Visual berupa gambar yang didapatkan dari proses penelitian pada tiap rasio ekuivalen yang berbeda.
- Hubungan *equivalence ratio* terhadap kecepatan pembakaran api *premixed* minyak kelapa sawit mentah.
- Hubungan *equivalence ratio* terhadap kecepatan pembakaran api *premixed* minyak kelapa sawit tanpa gliserol.

4.2 Analisis Data

4.2.1. Perhitungan *Equivalence Ratio*

4.2.1.1. Perhitungan *Equivalence Ratio* Minyak Kelapa Sawit Mentah

Perhitungan stoikometri untuk minyak kelapa sawit mentah dengan asumsi pembakaran 10 gram bahan bakar:



$$a(A) = 0,000204 C_{12}H_{24}O_2 = \text{Asam Laurat}$$

$$b(B) = 0,000319 C_{14}H_{28}O_2 = \text{Asam Miristat}$$

$$c(C) = 0,01703 C_{16}H_{32}O_2 = \text{Asam Palmitat}$$

$$d(D) = 0,00222 C_{18}H_{32}O_2 = \text{Asam Linoleat}$$

$$e(E) = 0,0139 C_{19}H_{36}O_2 = \text{Asam 8-Oktadekanoat}$$

f(F) = 0,000365 C₁₈H₃₄O₂ = Asam Elaidat

g(G) = 0,001361 C₁₈H₃₆O₂ = Asam Stearat

h(H) = 0,00313 C₃H₈O₃ = Gliserol

i = 0,88838 = koefisien mol udara

j = 0,62419 = koefisien mol CO₂

k = 0,60860 = koefisien mol H₂O

l = 3,34034 = koefisien mol N₂

massa udara = 0,88838 (Mr O₂ + 3,76 N₂)

$$= 0,88838 (16 \times 2 + 3,76 \times 14 \times 2)$$

$$= 121,95 \text{ gram}$$

Massa bahan bakar = 10 gram

Jadi AFR stoikiometri minyak kelapa sawit mentah = $\frac{121,95}{10} = 12,19 \frac{\text{gram udara}}{\text{gram b.bakar}}$

Tabel perhitungan stoikiometri dapat dilihat dilampiran 6

Untuk perhitungan perhitungan AFR aktual dari pembakaran minyak kelapa sawit dengan menggunakan bukaan udara 1 l/min; 1,5 l/min; 2 l/min 2,5 l/min; 3 l/min; 3,5 l/min; 4 l/min; 4,5 l/min adalah sebagai berikut:

Contoh perhitungan bukaan 1 l/min:

$$(AFR)_{\text{aktual}} = \left(\frac{Q \text{ udara} \times \rho \text{ udara}}{\dot{m} \text{ bahan bakar}} \right)_{\text{aktual}}$$

Q = Debit aliran udara (liter/menit)

ρ = Massa jenis udara pada 25°C dan 1 atm = 1,184 kg/m³

\dot{m} = Massa alir bahan bakar (kg/menit) 0.00024

$$(AFR)_{\text{aktual}} = \left(\frac{1 \frac{\text{liter}}{\text{menit}} \times 1,184 \text{ kg/m}^3}{0,00024 \text{ kg/menit}} \right)$$

$$(AFR)_{\text{aktual}} = \left(\frac{1 \times 10^{-3} \times 1,184 \text{ kg/m}^3}{0,00024 \text{ kg/menit}} \right) = 4,933 \frac{\text{kg udara}}{\text{kg bahan bakar}}$$

Contoh perhitungan *equivalence ratio* pada bukaan 1 l/min :

$$\phi = \left(\frac{AFR_{\text{stoik}}}{AFR_{\text{aktual}}} \right)$$

$$\phi = \left(\frac{12,19}{4,933} \right)$$

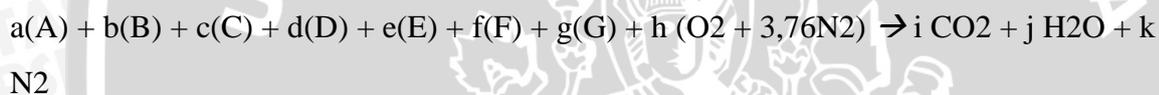
$$\phi = 2,47$$

Tabel 4.1 Data *Equivalence Ratio* Minyak Kelapa Sawit Mentah

| No | Bukaan udara (liter/min) | AFR aktual | AFR stoikiometri | <i>equivalence ratio</i> (Φ) |
|----|--------------------------|------------|------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1 | 4.933 | 12.19 | 2.471 |
| 2 | 1.5 | 7.400 | | 1.647 |
| 3 | 2 | 9.867 | | 1.235 |
| 4 | 2.5 | 12.333 | | 0.988 |
| 5 | 3 | 14.800 | | 0.824 |
| 6 | 3.5 | 17.267 | | 0.706 |
| 7 | 4 | 19.733 | | 0.618 |
| 8 | 4.5 | 22.200 | | 0.549 |

4.2.1.2. Perhitungan *Equivalence Ratio* Minyak Kelapa Sawit Non Gliserol

Perhitungan stoikiometri untuk minyak kelapa sawit non gliserol dengan asumsi pembakaran 10 gram bahan bakar:



$a(A) = 0,00021 C_{12}H_{24}O_2 =$ Asam Laurat

$b(B) = 0,00032 C_{14}H_{28}O_2 =$ Asam Miristat

$c(C) = 0,01753 C_{16}H_{32}O_2 =$ Asam Palmitat

$d(D) = 0,00228 C_{18}H_{32}O_2 =$ Asam Linoleat

$e(E) = 0,01432 C_{19}H_{36}O_2 =$ Asam 8-Oktadekanoat

$f(F) = 0,00037 C_{18}H_{34}O_2 =$ Asam Elaidat

$g(G) = 0,00141 C_{18}H_{36}O_2 =$ Asam Stearat

$h = 0,902895 =$ koefisien mol udara

$i = 0,63264 =$ koefisien mol CO_2

$j = 0,61339 =$ koefisien mol H_2O

$k = 3,3948852 =$ koefisien mol N_2

massa udara = $0,902895 (M_r O_2 + 3,76 N_2)$

$$= 0,902895 (16 \times 2 + 3,76 \times 14 \times 2)$$

$$= 123,94 \text{ gram}$$

Massa bahan bakar = 10 gram

Jadi AFR stoikiometri minyak kelapa sawit = $\frac{123,94}{10} = 12,39 \frac{\text{gram udara}}{\text{gram b.bakar}}$

Tabel perhitungan stoikiometri dapat dilihat dilampiran 6

Untuk perhitungan perhitungan AFR aktual dari pembakaran minyak kelapa sawit mentah dengan menggunakan bukaan udara 1 l/min; 1,5 l/min; 2 l/min 2,5 l/min; 3 l/min adalah sebagai berikut:

Contoh perhitungan bukaan 1 l/min:

$$(AFR)_{aktual} = \left(\frac{Q_{udara} \times \rho_{udara}}{\dot{m}_{bahan\ bakar}} \right)_{aktual}$$

Q = Debit aliran udara (liter/menit)

ρ = Massa jenis udara pada 25°C dan 1 atm = 1,184 kg/m³

\dot{m} = Massa alir bahan bakar (kg/menit) 0.00028

$$(AFR)_{aktual} = \left(\frac{1 \frac{\text{liter}}{\text{menit}} \times 1,184 \text{ kg/m}^3}{0,00028 \text{ kg/menit}} \right)$$

$$(AFR)_{aktual} = \left(\frac{1 \times 10^{-3} \times 1,184 \text{ kg/m}^3}{0,00028 \text{ kg/menit}} \right) = 4,229 \frac{\text{kg udara}}{\text{kg bahan bakar}}$$

Contoh perhitungan *equivalence ratio* pada bukaan 1 l/min :

$$\phi = \left(\frac{AFR_{stoik}}{AFR_{aktual}} \right)$$

$$\phi = \left(\frac{12,39}{4,229} \right)$$

$$\phi = 2,93$$

Tabel 4.2 Data *Equivalence Ratio* Minyak Kelapa Sawit Non Gliserol

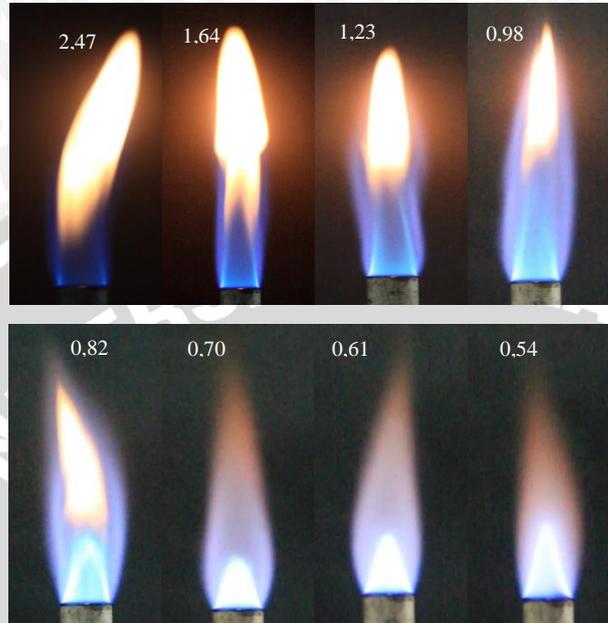
| No | Bukaan udara (liter/min) | AFR aktual | AFR stoikiometri | <i>equivalence ratio</i> (Φ) |
|----|--------------------------|------------|------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1 | 4.229 | | 2.930 |
| 2 | 1.5 | 6.343 | | 1.953 |
| 3 | 2 | 8.457 | 12.39 | 1.465 |
| 4 | 2.5 | 10.571 | | 1.172 |
| 5 | 3 | 12.686 | | 0.977 |

4.2.2. Hasil Visualisasi Nyala Api

Dibawah ini adalah perbandingan hasil data visual nyala api premiks menggunakan bahan bakar minyak kelapa sawit mentah (bergliserol) dengan data visual nyala api premiks menggunakan bahan bakar minyak kelapa sawit non gliserol yang sudah di hidrolisis terlebih dahulu. Gambar akan disusun urut sesuai ekuivalen rasio dari yang tertinggi hinga terendah. Hasil visualisasi ini berfungsi agar dapat membandingkan dan melihat perbedaan nyala api antar masing-masing bahan bakar.

4.2.2.1. Visualisasi Nyala Api Dengan Bahan Bakar Minyak Kelapa Sawit Mentah (Bergliserol)

Hasil data visual nyala api dengan bahan bakar minyak kelapa sawit mentah urut dari ekuivalen rasio tertinggi hingga yang terendah dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 4.1 Nyala Api dengan bahan bakar minyak kelapa sawit mentah

Hasil data di atas nantinya akan diolah lagi sehingga dapat digunakan untuk mencari kecepatan api laminar (S_L) dari masing masing nyala api yang ada

4.2.2.2. Visualisasi Nyala Api Dengan Bahan Bakar Minyak Kelapa Sawit Non Gliserol

Hasil data visual nyala api dengan bahan bakar minyak kelapa sawit non gliserol urut dari ekuivalen rasio tertinggi hingga yang terendah dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 4.2 Nyala Api dengan bahan bakar minyak kelapa sawit non gliserol

Hasil data di atas nantinya akan diolah lagi sehingga dapat digunakan untuk mencari kecepatan api laminer (S_L) dari masing masing nyala api yang ada. Dan akan dibandingkan dengan hasil dari kecepatan api laminer dengan bahan bakar minyak kelapa sawit mentah.

4.2.3. Perhitungan Kecepatan Api Laminer

4.2.3.1. Perhitungan Kecepatan Api Laminer Dengan Bahan Bakar Minyak Kelapa Mentah (Bergliserol)

Untuk menentukan kecepatan api laminer dibutuhkan perhitungan kecepatan reaktan terlebih dahulu yang dapat dilakukan dengan menggunakan rumus (2-4), untuk menghitung v_u dibutuhkan massa alir (\dot{m}) dan massa jenis uap (ρ_{uap}). Cara mencari massa alir dan massa jenis uap dapat dilihat di prosedur penelitian yang sudah di jelaskan pada bab sebelumnya. Berikut merupakan contoh perhitungan kecepatan reaktan dengan bahan bakar minyak kelapa sawit mentah pada nilai ekuivalen rasio 2,72

- Perhitungan Kecepatan Reaktan (v_u)

- $\dot{m} = 0.24 \text{ g/min}$

$$\dot{m} = \frac{m_2 - m_1}{\text{waktu penguapan}}$$

$$\dot{m} = \frac{241,82 \text{ g} - 236,89 \text{ g}}{20 \text{ menit}}$$

$$\dot{m} = \frac{4,93 \text{ gram}}{20 \text{ menit}}$$

$$\dot{m} = 0,24 \text{ g/min}$$

- $\rho_{uap} : 3500 \text{ g/m}^3$

$$\rho_{uap} = \frac{m_2 - m_1}{\text{volume}}$$

$$\rho_{uap} = \frac{12,77 \text{ g} - 12,84 \text{ g}}{20 \text{ ml}}$$

$$\rho_{uap} = \frac{0,07 \text{ g}}{20 \text{ ml}} = 0,0035 \text{ g/ml}$$

$$\rho_{uap} = 3500 \text{ g/m}^3$$

- $Q_{udara} : 1 \text{ liter/min} = 0,001 \text{ m}^3/\text{min}$

- $A : 5,53 \times 10^{-5} \text{ (m}^2\text{)}$

hingga didapat nilai kecepatan reaktan dengan bahan bakar minyak kelapa sawit pada nilai ekuivalen rasio 2.54 sebagai berikut:

$$V_u = \frac{\dot{m}/\rho_{uap} + Q_{udara}}{A_{burner}}$$



$$V_u = \frac{0,24 \frac{g}{min}}{3500 \frac{g}{m^3}} + 0,001 \frac{m^3}{min}$$

$$V_u = 19,29 \text{ m/min}$$

- Perhitungan Kecepatan Api laminer (S_L)

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan kecepatan reaktan maka kita harus mencari sudut api agar dapat melakukan perhitungan kecepatan api laminer dengan rumus (2-5). untuk mendapatkan sudut api bisa menggunakan aplikasi coreldraw untuk mendapatkannya



Gambar 4.3: Pengolahan data sudut api pada nyala api dengan bahan bakar minyak kelapa sawit mentah

Setelah mendapatkan hasil perhitungan kecepatan reaktan serta sudut api. Berikut perhitungan nilai Kecepatan api laminer dengan bahan bakar minyak kelapa sawit mentah.

$$\theta : 7,21^\circ$$

$$V_u : 19,29 \text{ m/min}$$

Sehingga per nilai kecepatan api laminer pada minyak kelapa sawit mentah dengan nilai ekuivalen rasio 2.54 sebagai berikut:

$$S_L = V_u \sin \theta$$

$$S_L = 19,29 \sin 7,21$$

$$S_L = 19,29 \times 0,126$$

$$S_L = 2,421 \text{ m/min}$$

$$S_L = 4,03 \text{ cm/detik}$$

Tabel 4.3 Data Minyak Kelapa Sawit Mentah

| Q udara (l/min) | α | SIN α | Vu | SL | equivalence ratio (Φ) |
|--------------------|----------|--------------|-------|-------|---------------------------------|
| 1 | 7.21 | 0.126 | 19.29 | 4.03 | 2.47 |
| 1.5 | 9.34 | 0.162 | 28.32 | 7.65 | 1.64 |
| 2 | 10.1 | 0.175 | 37.34 | 10.91 | 1.23 |
| 2.5 | 11.23 | 0.194 | 46.37 | 15.05 | 9.88 |
| 3 | 12.27 | 0.212 | 55.40 | 19.62 | 0.82 |
| 3.5 | 13.79 | 0.238 | 64.42 | 25.59 | 0.70 |
| 4 | 16.26 | 0.280 | 73.45 | 34.27 | 0.61 |
| 4.5 | 17 | 0.292 | 82.48 | 40.19 | 0.54 |

4.2.3.2. Perhitungan Kecepatan Api Laminer Dengan Bahan Bakar Minyak Kelapa Non Gliserol

- Perhitungan Kecepatan Reaktan (vu)

- $\dot{m} = 0.28 \text{ g/min}$

$$\dot{m} = \frac{m_2 - m_1}{\text{waktu penguapan}}$$

$$\dot{m} = \frac{240,18 \text{ g} - 234,56 \text{ g}}{20 \text{ menit}}$$

$$\dot{m} = \frac{5,62 \text{ gram}}{20 \text{ menit}}$$

$$\dot{m} = 0,28 \text{ g/min}$$

- $\rho_{\text{uap}} : 4000 \text{ g/m}^3$

$$\rho_{\text{uap}} = \frac{m_2 - m_1}{\text{volume}}$$

$$\rho_{\text{uap}} = \frac{12,77 \text{ g} - 12,85 \text{ g}}{20 \text{ ml}}$$

$$\rho_{\text{uap}} = \frac{0,08 \text{ g}}{20 \text{ ml}} = 0,004 \text{ g/ml}$$

$$\rho_{\text{uap}} = 4000 \text{ g/m}^3$$

- $Q_{\text{udara}} : 1 \text{ liter/min} = 0,001 \text{ m}^3/\text{min}$

- $A : 5,53 \times 10^{-5} \text{ (m}^2\text{)}$

hingga didapat nilai kecepatan reaktan dengan bahan bakar minyak kelapa sawit pada nilai ekuivalen rasio 2.93 sebagai berikut:

$$V_u = \frac{\dot{m}/\rho_{\text{uap}} + Q_{\text{udara}}}{A_{\text{burner}}}$$



$$V_u = \frac{0,28 \frac{g}{min}}{4000 \frac{g}{m^3}} + 0,001 \frac{m^3}{min}$$

$$V_u = 19,31 \text{ m/min}$$

- Perhitungan Kecepatan Api laminer (S_L)

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan kecepatan reaktan maka kita harus mencari sudut api agar dapat melakukan perhitungan kecepatan api laminer dengan rumus (2-5). Untuk mendapatkan sudut api bisa menggunakan aplikasi coreldraw untuk mendapatkannya



Gambar 4.4: Pengolahan data sudut api pada nyala api dengan bahan bakar minyak kelapa sawit non gliserol

Setelah mendapatkan hasil perhitungan kecepatan reaktan serta sudut api. Berikut perhitungan nilai Kecepatan api laminer dengan bahan bakar minyak kelapa sawit mentah.

$$\theta : 9,69^\circ$$

$$V_u : 19,31 \text{ m/min}$$

Sehingga per nilai kecepatan api laminer pada *burner* dengan nilai ekuivalen rasio

2.93 sebagai berikut:

$$S_L = V_u \sin \theta$$

$$S_L = 19,31 \sin 9,69$$

$$S_L = 19,31 \times 0,168$$

$$S_L = 3,251 \text{ m/min}$$

$$S_L = 5,41 \text{ cm/detik}$$

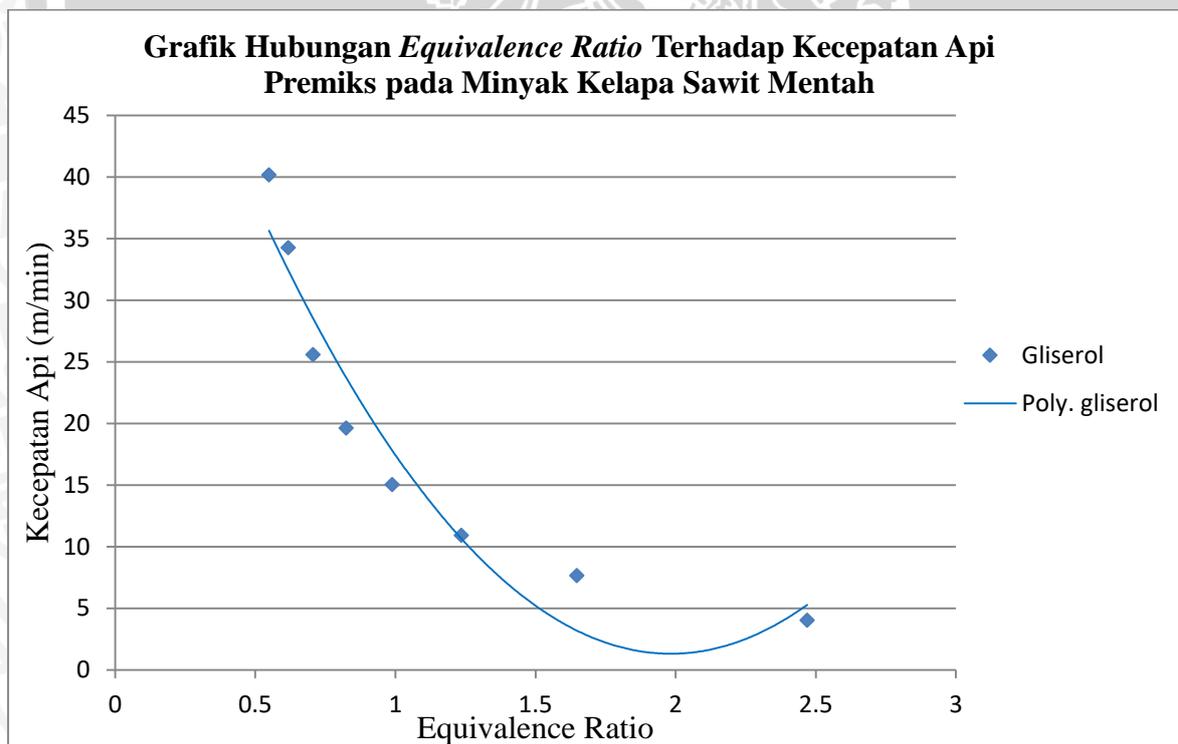
Tabel 4.4 Tabel Data Minyak Kelapa Sawit Non Gliserol

| Q udara (l/min) | α | SIN α | Vu | SL | equivalence ratio (Φ) |
|-----------------|----------|--------------|-------|-------|------------------------------|
| 1 | 9.69 | 0.168 | 19.31 | 5.41 | 2.93 |
| 1.5 | 18.01 | 0.309 | 28.34 | 14.60 | 1.95 |
| 2 | 19.06 | 0.326 | 37.37 | 20.34 | 1.46 |
| 2.5 | 26.96 | 0.453 | 46.39 | 35.06 | 1.17 |
| 3 | 27.27 | 0.458 | 55.42 | 42.32 | 0.97 |

4.3 Pembahasan

Berikut adalah pembahasan dari hasil pengolahan data, pembahasan ini dilakukan untuk membahas pola kecenderungan kecepatan pembakaran dari hasil data dengan variasi bahan bakar antar minyak kelapa sawit mentah dengan minyak kelapa sawit non gliserol.

4.3.1. Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premiks Pada Minyak Kelapa Sawit Mentah



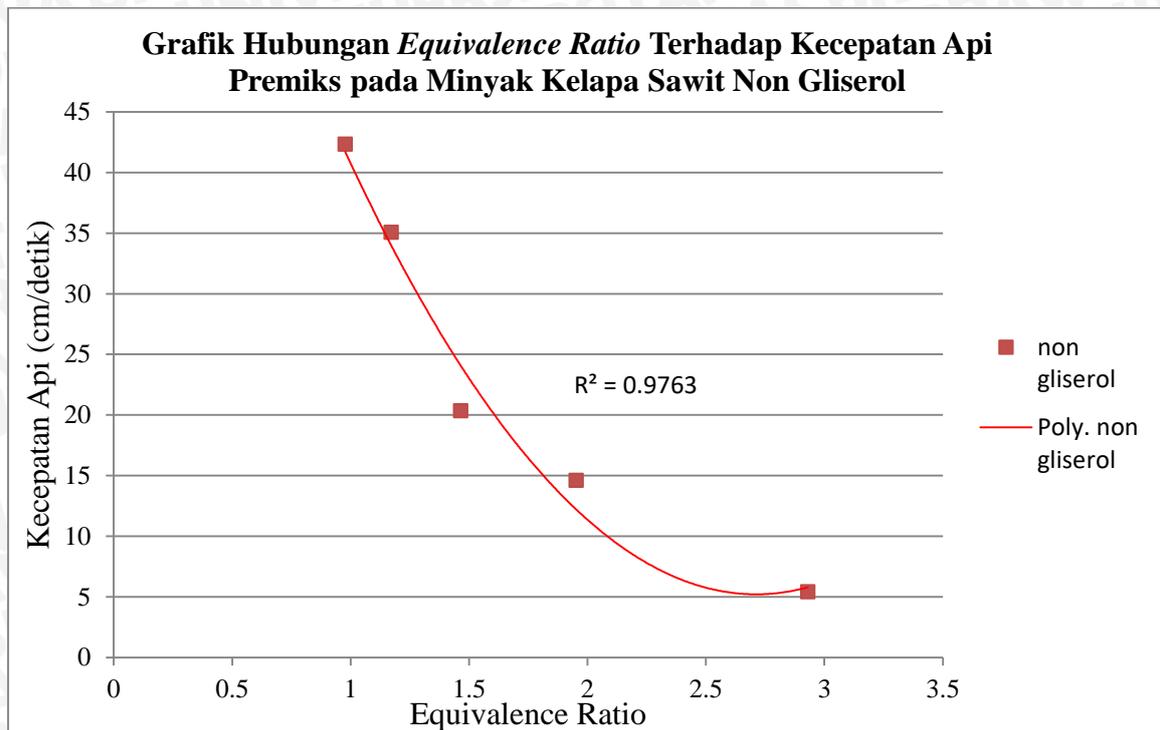
Gambar 4.4 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premiks pada Minyak Kelapa Sawit Mentah

Pada gambar 4.4 dapat dilihat pengaruh hubungan *equivalence ratio* terhadap kecepatan api pada premiks pada minyak kelapa sawit mentah. Pada grafik terlihat ada penurunan kecepatan pembakaran dari *equivalence ratio* 0,54 sampai *equivalence ratio* 2,47 sehingga dapat ditarik kesimpulan kecepatan pembakaran cenderung menurun jika terjadi peningkatan *equivalence ratio*. Kecepatan pembakaran tertinggi terjadi pada *equivalence ratio* 0,54 yaitu 40,19 cm/s, sedangkan kecepatan pembakaran terendah pada *equivalence ratio* 2,47 yaitu 4,03 cm/s.

Mengacu pada rumus (2-1), kecepatan pembakaran api laminar tergantung oleh nilai dari kecepatan reaktan dan sudut api. Pada grafik diatas dimana kecepatan api terus menurun seiring meningkatnya *equivalence ratio* disebabkan karena semakin tinggi *ratio equivalence* maka nilai reaktan semakin menurun dikarenakan debit udara semakin berkurang.

Jika kembali pada konsep yang ada bab di bab 2 pembakaran pada minyak kelapa sawit mentah cenderung lebih stabil karena mengandung gliserol dan asam lemak yang menyebabkan pembakaran terbagi menjadi 2 tahap dan hal itu dibuktikan pada grafik diatas jika pembakaran pada minyak kelapa sawit mentah memiliki *flameability limit* tinggi yang ditunjukkan dengan mampunya minyak kelapa sawit mentah terbakar hingga *equivalence ratio* 0,54

4.3.2. Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premiks Pada Minyak Kelapa Sawit Non Gliserol



Gambar 4.5 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premiks pada Minyak Kelapa Sawit Non Gliserol

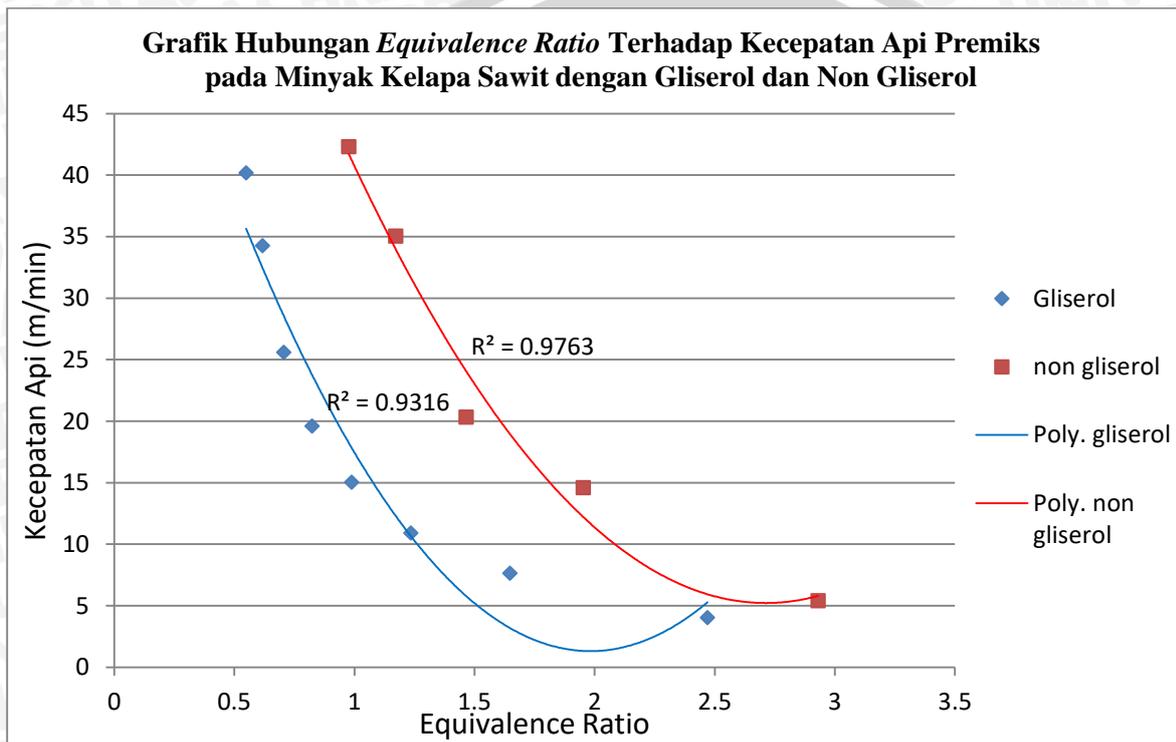
Pada gambar 4.5 dapat dilihat pengaruh hubungan *equivalence ratio* terhadap kecepatan api premiks pada minyak kelapa sawit non gliserol. Pada grafik terlihat ada penurunan kecepatan pembakaran dari *equivalence ratio* 0,97 sampai *equivalence ratio* 2,93 sehingga dapat ditarik kesimpulan kecepatan pembakaran cenderung menurun jika terjadi peningkatan *equivalence ratio*. Kecepatan pembakaran tertinggi terjadi pada *equivalence ratio* 0,97 yaitu 42,32 cm/s, sedangkan kecepatan pembakaran terendah pada *equivalence ratio* 2,93 yaitu 5,41 cm/s.

Mengacu pada rumus (2-1), kecepatan pembakaran api laminar tergantung oleh nilai dari kecepatan reaktan dan sudut api. Pada grafik diatas dimana kecepatan api terus menurun seiring meningkatnya *equivalence ratio* disebabkan karena semakin tinggi *ratio equivalence* maka nilai reaktan semakin menurun dikarenakan debit udara semakin berkurang.

Jika kembali pada konsep yang ada bab di bab 2 pembakaran pada minyak kelapa sawit non gliserol cenderung kurang stabil karena sudah mengalami proses hidrolisis sebelumnya dan hanya memiliki kandungan asam lemak yang menjadikan pembakaran

hanya menjadi 1 tahap dan hal itu dibuktikan pada grafik diatas jika pembakaran pada minyak kelapa sawit mentah memiliki *flameability limit* rendah yang ditunjukkan dengan mampunya minyak kelapa sawit mentah terbakar hanya sampai *equivalence ratio* 0,97

4.3.3. Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premiks pada Minyak Kelapa Sawit dengan Gliserol dan Non Gliserol



Gambar 4.6 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premiks pada Minyak Kelapa Sawit dengan Gliserol dan Non Gliserol

Pada gambar 4.6 dapat dilihat perbandingan hubungan kecepatan api laminar dengan *equivalence ratio* terhadap kecepatan api premix antara minyak kelapa sawit mentah dengan kelapa sawit non gliserol, dimana pada grafik garis biru menyatakan data kelapa sawit mentah sedangkan garis merah menyatakan data kelapa sawit non gliserol. Seperti pada pembahasan sebelumnya *equivalence ratio* yang di gunakan pada minyak kelapa sawit mentah adalah 2,47; 1,64; 1,23; 0,98; 0,82; 0,70; 0,61; 0,54 sedangkan *equivalence ratio* yang di gunakan pada minyak kelapa sawit non gliserol adalah 2,93; 1,95; 1,46; 1,17; 0,97

Pada gambar 4.6 juga terlihat bahwa pada pembakaran *premixed* dengan minyak kelapa sawit mentah lebih stabil dibandingkan pembakaran premiks dengan minyak kelapa

sawit non gliserol. Hal tersebut dapat dilihat dari besarnya *flameability limit* yang dimiliki oleh data minyak kelapa sawit mentah dibandingkan dengan data yang ada pada minyak kelapa sawit non gliserol. *Flameability limit* dapat dilihat dari seberapa rendah *equivalence ratio* dimiliki oleh data api premiks. *equivalence ratio* terendah yang dimiliki oleh data api premiks dengan minyak kelapa sawit mentah adalah 0,54 lebih kecil di banding minyak kelapa sawit non gliserol yang hanya 0,97. Apabila *equivalence ratio* pada minyak kelapa di turunkan lagi menjadi 0,83 maka api pembakaran menjadi tidak stabil.



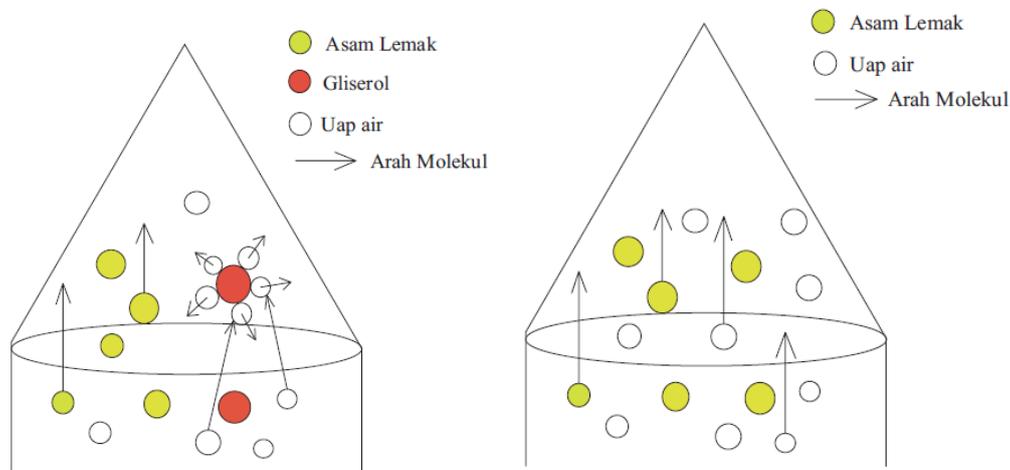
Gambar 4.7 Nyala Api dengan bahan bakar minyak kelapa sawit non gliserol ϕ 0,83

Hal ini disebabkan pembakaran minyak kelapa sawit mentah terdapat 2 tahap pembakaran, tahap pertama merupakan pembakaran asam lemak dan yang kedua adalah pembakaran gliserol. Sedangkan pada minyak non gliserol pembakaran hanya terbagi menjadi 1 tahap yaitu hanya pembakaran asam lemak.

Dapat dilihat nilai kecepatan api laminar dari masing masing bahan bakar memiliki kecenderungan untuk turun dari *equivalence ratio* rendah ke *equivalenceratio* yang lebih tinggi. Pada minyak kelapa sawit mentah nilai masing masing kecepatan api laminar secara urut dari rasio ekuivalen 0,54; 0,61; 0,70; 0,82; 0,98; 1,23; 1,64; 2,47 adalah sebesar 40,19; 34,27; 25,59; 19,62; 15,05; 10,91; 7,65; 4,03 data kecepatan api dinyatakan dalam satuan cm/s. Pada minyak kelapa sawit non gliserol juga dapat dilihat besarnya kecepatan api laminar pada rasio ekuivalen 2,93; 1,95; 1,46; 1,17; 0,97 adalah sebesar 5,41; 14,60; 20,34; 35,06; 42,32 masing-masing data kecepatan api dinyatakan dalam satuan cm/s. Terlihat jelas pada grafik nilai kecepatan api laminar kedua bahan bakar cenderung menurun. Sehingga dapat di tarik kesimpulan dari data yang didapat diatas bahwa kecepatan api laminar cenderung menurun ketika terjadi peningkatan nilai *ekuivalen rasio*.

Dilihat dari grafik diatas, kecepatan api laminar pada kedua bahan bakar memiliki kecepatan api laminar yang berbeda dimana kecepatan api premiks pada kelapa sawit non gliserol memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kelapa sawit mentah. Hal ini dikarenakan pada kelapa sawit non gliserol tidak terdapat kandungan gliserol yang

memiliki sifat menyerap uap air sehingga bisa menjadi penghambat dalam pembakaran karena membutuhkan energi kalor yang tinggi untuk membakar gliserol.



(a)



(b)

Gambar 4.10 (a) Mekanisme kerja pembakaran minyak kelapa sawit mentah (*crude palm oil*) dan minyak kelapa sawit non gliserol (b) Perbandingan Visualisasi Api minyak kelapa sawit mentah (*crude palm oil*) ϕ 1,01 dengan minyak kelapa sawit non gliserol ϕ 1,17

Seperti yang di tunjukkan pada gambar 4.10 (a) susunan molekul gliserol yang berpolar menjadikan gliserol mampu menjadi akumulator panas yang baik. Sebagian kalor yang dihasilkan dari pembakaran asam lemak akan disimpan oleh gliserol saat proses pembakaran memiliki panas yang cukup dan akan mendistribusikannya ketika pembakaran mulai kekurangan energi panas. Hal itu pula yang menyebabkan kecepatan pembakaran api premiks pada minyak kelapa sawit lebih lambat seperti yang terlihat pada visualisasi api pada gambar 4.10 (b)