

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Karakteristik hasil penelitian menggunakan pembakaran laminar dextrite dengan penambahan biodiesel kesambi (*Schleichera oleosa*) memperlihatkan bentuk visual sudut api dan tinggi api. Gambar visual api diolah untuk menghasilkan nilai laju pembakaran laminar dan tinggi api. Sebelum dilakukan pengujian karakteristik laju pembakaran laminar dextrite dengan penambahan biodiesel kesambi. Hasil dari pengujian tersebut dapat dibandingkan pengaruh terhadap penambahan komposisi biodiesel kesambi dan pengaruh ekivalen ratio ( $\phi$ ) terhadap laju pembakaran laminar (SL) serta tinggi api.

### 4.2 Laju Pembakaran Laminar

Dalam Pengujian karakteristik pembakaran dextrite dengan penambahan biodiesel kesambi diperoleh gambar sudut api dengan beberapa variasi komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ). Nilai laju pembakaran laminar dapat dihitung dengan cara mengkalikan nilai sudut api hasil pengujian dengan kecepatan reaktan. Pada saat pengujian debit bahan bakar 1 ml/menit. Debit bahan bakar diatur dengan menggunakan buret sedangkan debit udara disesuaikan dengan variasi komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio. Pada Tabel 4.1 ditampilkan debit udara yang digunakan saat pengujian.

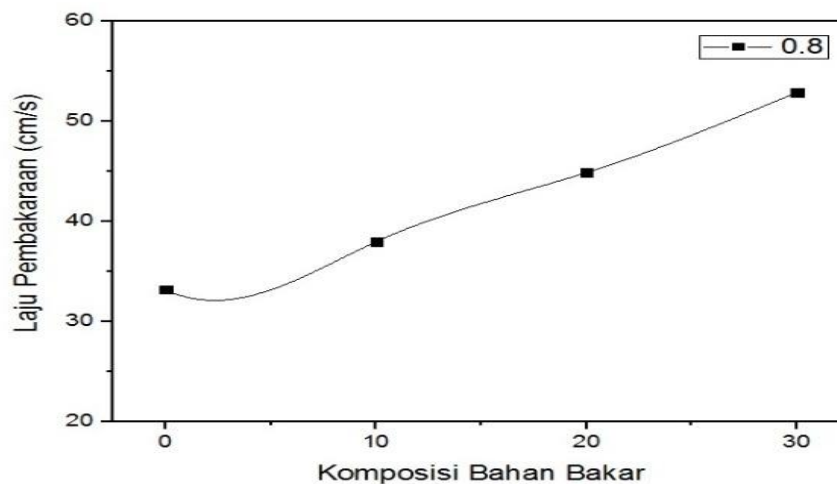
Tabel 4.1 Debit udara yang digunakan

Komposisi bahan bakar	Ekivalen ratio ( $\phi$ )		
	$\phi$ 0,8 (l/menit)	$\phi$ 1 (1/menit)	$\phi$ 1,2 (1/menit)
B0	3,97	3,17	2,64
B10	4,08	3,26	2,72
B20	4,2	3,36	2,80
B30	4,31	3,44	2,87

Data hasil pengujian karakteristik pembakaran dextrite dengan penambahan biodiesel kesambi dijelaskan pada bagian a - c.

a. Laju Pembakaran Laminer pada  $\phi = 0,8$

Data hasil pengujian karakteristik pembakaran laminer bahan bakar diesel dengan penambahan biodiesel kesambi pada  $\phi = 0,8$  menghasilkan sudut nyala api yang diolah menjadi laju pembakaran laminer. Data hasil pengujian visualisasi sudut api menghasilkan data laju pembakaran laminer yang dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Laju pembakaran ekivalen ratio 0,8

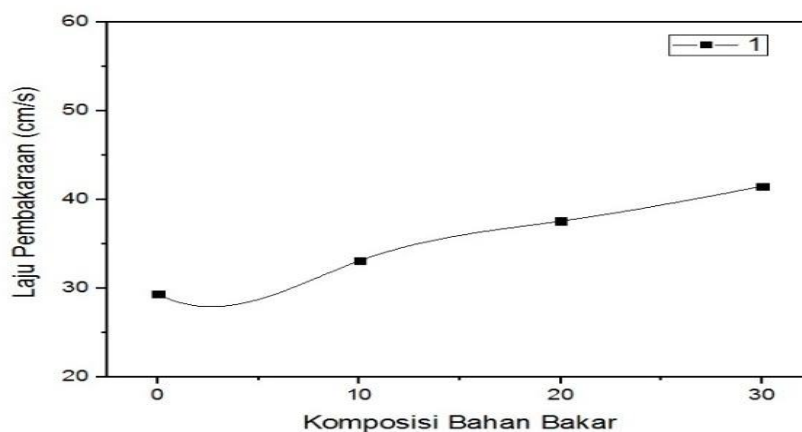
Pada Gambar 4.1 memiliki nilai tertinggi laju pembakaran laminer pada  $\phi = 0,8$  terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar pada komposisi B30 dengan nilai 52,886 cm/s dan memiliki nilai terendah pada komposisi pencampuran B0 dengan nilai 33,175 cm/s. Namun, nilai total laju pembakaran laminer pada  $\phi = 0,8$ , Pada Tabel 4.2 dapat dilihat nilai hasil pengujian laju pembakaran laminer pada  $\phi = 0,8$ .

Tabel 4.2 Laju pembakaran ekivalen ratio 0,8

Komposisi bahan bakar	SL (cm/s)
B0	33,175
B10	37,973
B20	44,904
B30	52,886

b. Laju Pembakaran Laminer pada  $\phi = 1$

Data hasil pengujian karakteristik pembakaran laminer bahan bakar diesel dengan penambahan biodiesel kesambi pada  $\phi = 1$  menghasilkan sudut nyala api yang diolah menjadi laju pembakaran laminer. Data hasil pengujian visualisasi sudut api menghasilkan data laju pembakaran laminer yang dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Laju pembakaran ekivalen ratio 1

Pada Gambar 4.2 memiliki laju tertinggi pembakaran laminer pada  $\phi = 1$  yang terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B30 diperoleh nilai 41,505 cm/s dan nilai terendah pada komposisi pencampuran B0 biodiesel dengan nilai 29,346 cm/s. Pada Tabel 4.3 dapat dilihat nilai hasil pengujian laju pembakaran laminer pada  $\phi = 1$ .

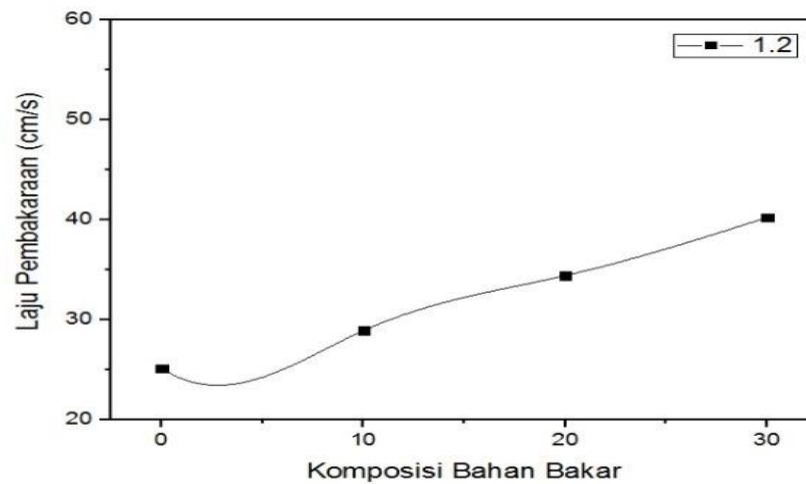
Tabel 4.3 Laju pembakaran ekivalen ratio 1

Komposisi bahan bakar	SL (cm/s)
B0	29,346
B10	33,098
B20	37,633
B30	41,505

c. Laju Pembakaran Laminer  $\phi = 1,2$

Data hasil pengujian karakteristik pembakaran laminer bahan bakar diesel dengan penambahan biodiesel kesambi pada  $\phi = 1,2$  menghasilkan sudut nyala api

yang diolah menjadi laju pembakaran laminer. Data hasil pengujian visualisasi sudut api menghasilkan data laju pembakaran laminer yang dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Laju pembakaran ekivalen ratio 1,2

Pada Gambar 4.3 memiliki nilai tertinggi laju pembakaran laminer pada  $\phi = 1,2$  terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B30 dengan nilai biodiesel 40,196 cm/s dan nilai terendah pada komposisi pencampuran B0 dengan nilai biodiesel 25,136 cm/s. Pada Tabel 4.4 dapat dilihat laju pembakaran laminer pada  $\phi = 1,2$ .

Tabel 4.4 Laju pembakaran ekivalen ratio 1,2

Komposisi bahan bakar	SL (cm/s)
B0	25,136
B10	29,175
B20	34,421
B30	40,196

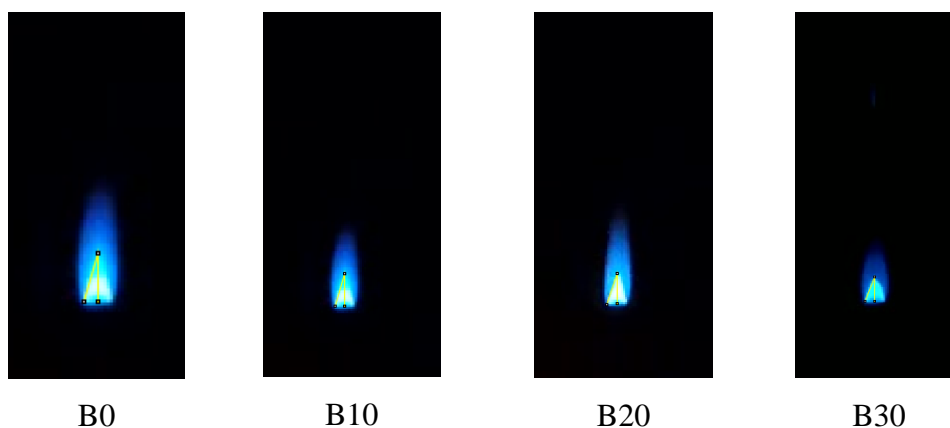
### 4.3 Tinggi Api

Data hasil pengujian karakteristik pembakaran laminer dextrite dengan melakukan penambahan biodiesel kesambi (*Schleichera oleosa*) dengan variasikan komposisi beberapa bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ) untuk

mendapatkan nilai tinggi api. Pengujian dapat dilakukan sebanyak tiga kali percobaan.

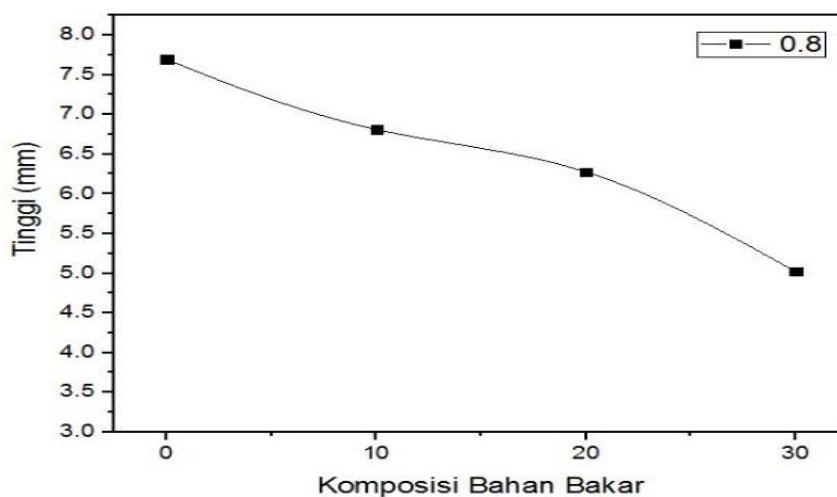
a. Tinggi Api pada  $\phi = 0,8$

Pada  $\phi = 0,8$  didapatkan hasil pengujian pembakaran laminer dexlite dan penambahan biodiesel kesambi pada  $\phi = 0,8$  memperoleh data tinggi api. Pengujian dapat dilakukan dengan memvariasikan beberapa komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ). Data hasil pengukuran tinggi api pada  $\phi = 0,8$  dapat diamati pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Tinggi api pada ekivalen ratio 0,8

Data visual api kemudian diolah untuk mengetahui nilai laju pembakaran laminer yang diamati pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Nilai tinggi api dengan ekivalen ratio 0,8

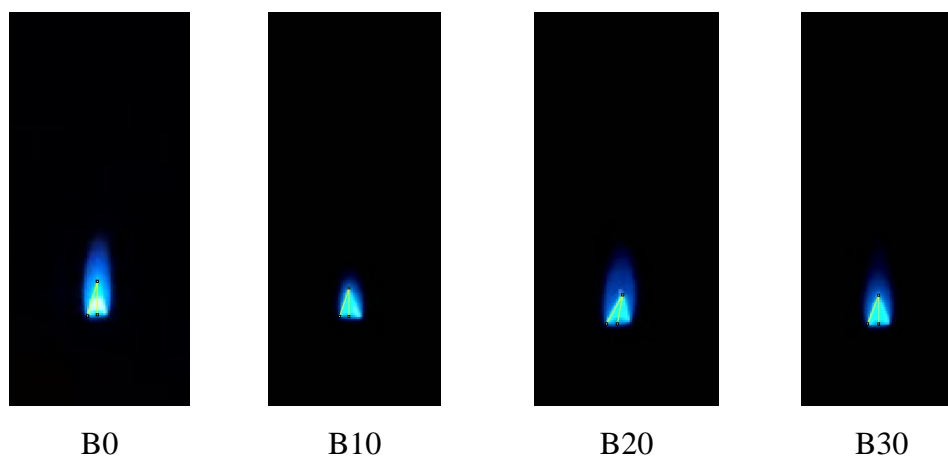
Data hasil pengujian, nilai api tertinggi terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B0 dengan nilai biodiesel 7,696 mm dan nilai terendah terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B30. dengan nilai biodiesel 5,021 mm. Penambahan biodiesel kesambi dapat menyebabkan nilai tinggi api menurun. Pada Tabel 4.5 dapat diamati nilai tinggi api pada  $\phi = 0,8$ .

Tabel 4.5 Nilai tinggi api pada ekivalen ratio 0,8

Komposisi bahan bakar	Tinggi api (mm)
B0	7,696
B10	6,812
B20	6,273
B30	5,021

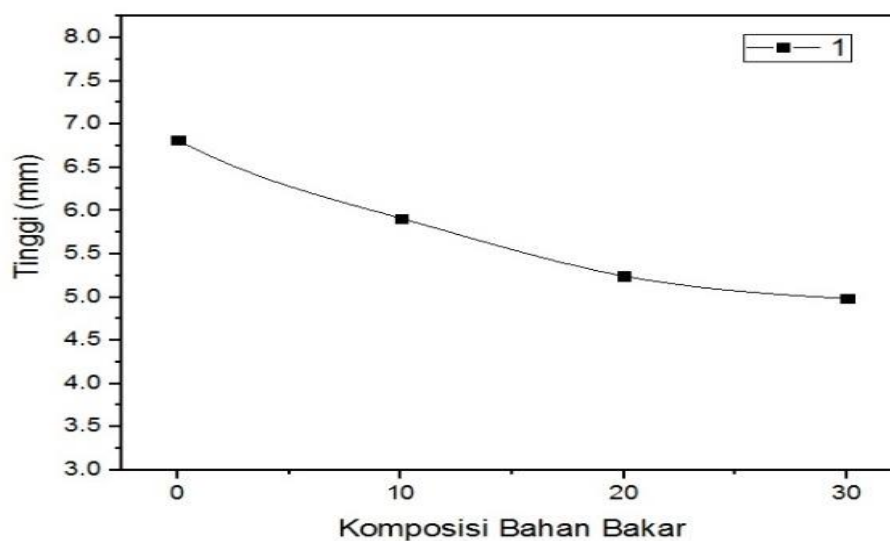
b. Tinggi Api pada  $\phi = 1$

Pada  $\phi = 1$  didapatkan hasil pengujian pembakaran laminar pada bahan bakar jenis dextrite dengan penambahan biodiesel kesambi pada  $\phi = 1$ . Hasil pengujian menghasilkan data tinggi api. Pengujian tinggi api diperoleh dengan memvariasikan komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ). Data hasil pengukuran tinggi api pada  $\phi = 1$  dapat diamati pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Tinggi api pada ekivalen ratio 1

Data visual api kemudian diolah untuk mengetahui nilai tinggi api yang dapat diamati pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Nilai tinggi api pada ekivalen ratio 1

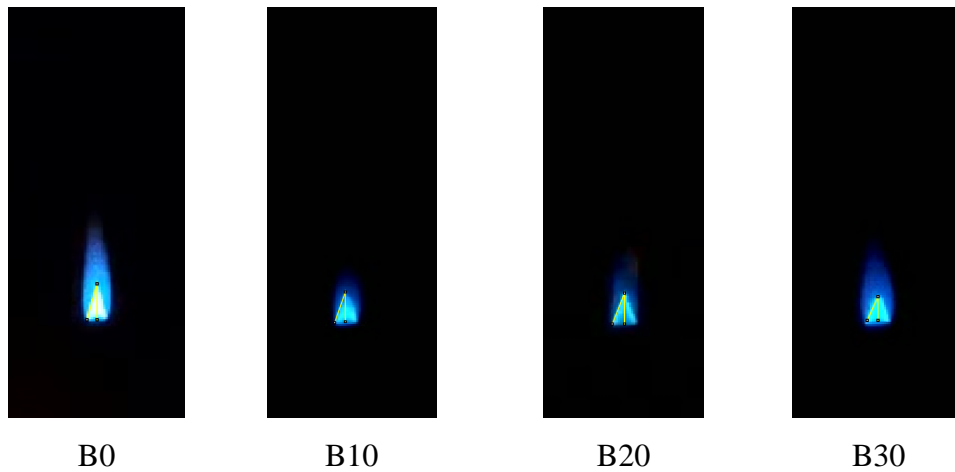
Data hasil pengujian, nilai api tertinggi terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B0 dengan nilai biodiesel 6,817 mm dan nilai terendah terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B30 dengan nilai biodiesel 4,979 mm. Penambahan biodiesel kesambi dapat menyebabkan nilai tinggi api menurun. Pada Tabel 4.6 dapat diamati nilai tinggi api pada  $\phi = 1$ .

Tabel 4.6 Nilai tinggi api pada ekivalen rasio 1

Komposisi bahan bakar	Tinggi api (mm)
B0	6,817
B10	5,244
B20	5,047
B30	4,979

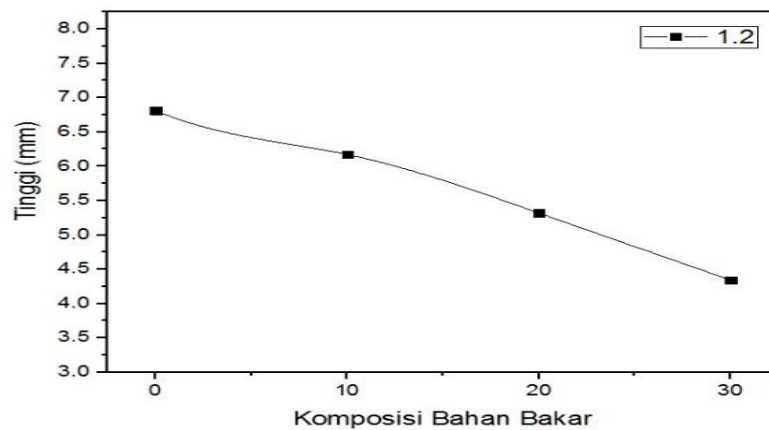
c. Tinggi Api pada  $\phi = 1,2$

Pada  $\phi = 1,2$  didapatkan hasil pengujian pembakaran laminar pada bahan bakar jenis dexlite dengan penambahan biodiesel kesambi pada  $\phi = 1,2$ . Hasil pengujian menghasilkan data tinggi api. Pengujian tinggi api diperoleh dengan memvariasikan komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ). Data hasil pengukuran tinggi api pada  $\phi = 1,2$  dapat diamati pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Tinggi api pada ekivalen ratio 1,2

Data visual api kemudian diolah untuk mengetahui nilai tinggi api yang dapat diamati pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Nilai tinggi api pada ekivalen ratio 1,2

Data hasil pengujian, nilai api tertinggi terdapat pada komposisi campuran bahan bakar B0 dengan nilai biodiesel menghasilkan nilai tinggi api tertinggi sebesar 6,812 mm dan nilai terendah terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B30 dengan nilai biodiesel 4,345 mm. Penambahan biodiesel kesambi dapat menyebabkan nilai tinggi api menurun. Pada Tabel 4.7 dapat diamati nilai tinggi api pada  $\phi = 1,2$ .



Tabel 4.7 Nilai tinggi api pada ekivalen rasio 1,2

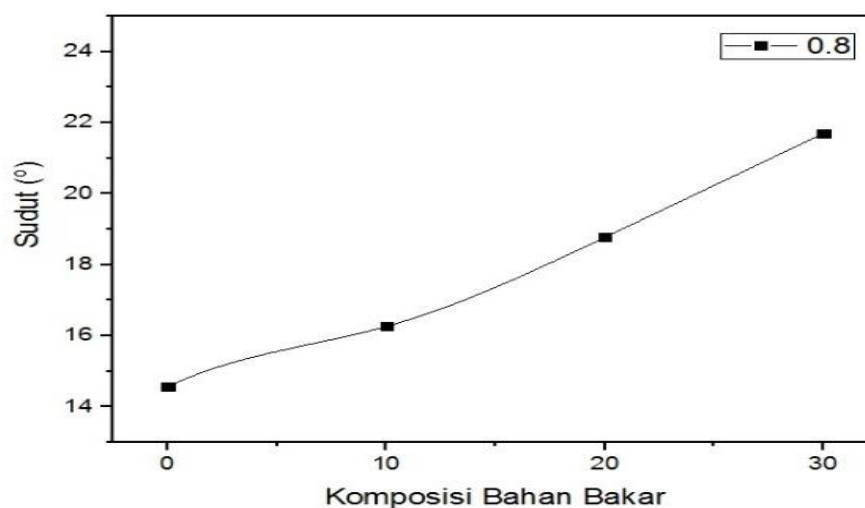
Komposisi bahan bakar	Tinggi api (mm)
B0	6,812
B10	6,251
B20	5,319
B30	4,345

#### 4.4 Sudut Api

Data hasil pengujian karakteristik pembakaran laminer dextrite dengan melakukan penambahan biodiesel kesambi (*Schleichera oleosa*) dengan variasikan komposisi beberapa bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ) untuk mendapatkan nilai sudut api. Pengujian dapat dilakukan sebanyak tiga kali percobaan.

##### a. Sudut Api pada $\phi = 0,8$

Pada  $\phi = 0,8$  didapatkan hasil pengujian pembakaran laminer dextrite dan penambahan biodiesel kesambi pada  $\phi = 0,8$  memperoleh data sudut api. Pengujian dapat dilakukan dengan memvariasikan beberapa komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ). Data hasil pengukuran sudut api pada  $\phi = 0,8$  dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Sudut api pada ekivalen ratio 0,8

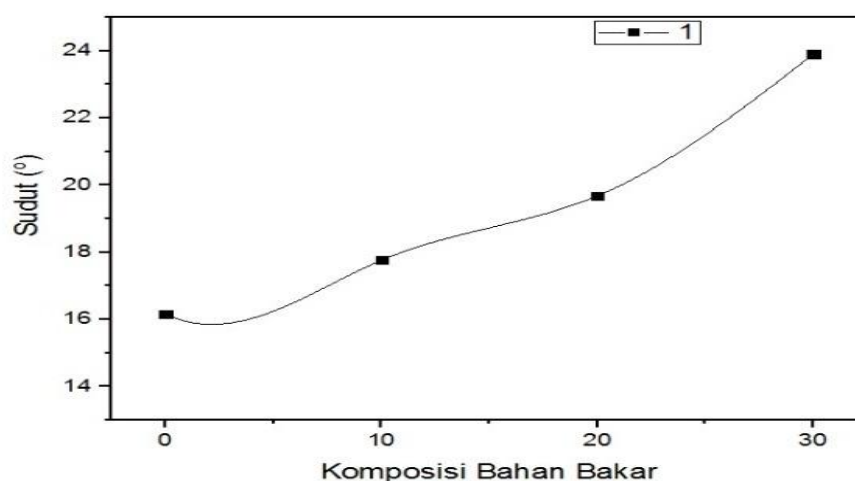
Data hasil pengujian, nilai sudut api terbesar terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B30 dengan nilai biodiesel 21,7 mm dan nilai terkecil terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B0 dengan nilai biodiesel 14,57 mm. Penambahan biodiesel kesambi dapat menyebabkan sudut api membesar. Pada Tabel 4.8 dapat diamati nilai sudut api pada  $\varphi = 0,8$ .

Tabel 4.8 Nilai sudut api pada ekivalen rasio 0,8

Komposisi bahan bakar	Sudut api ( $^{\circ}$ )
B0	14,57
B10	16,26
B20	18,78
B30	21,7

b. Sudut Api pada  $\varphi = 1$

Pada  $\varphi = 0,8$  didapatkan hasil pengujian pembakaran laminer dextrite dan penambahan biodiesel kesambi pada  $\varphi = 1$  memperoleh data sudut api. Pengujian dapat dilakukan dengan memvariasikan beberapa komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\varphi$ ). Data hasil pengukuran sudut api pada  $\varphi = 1$  dapat diamati pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Sudut Api pada ekivalen ratio 1

Data hasil pengujian, nilai sudut api terbesar terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B30 dengan nilai biodiesel 23,904 mm dan nilai

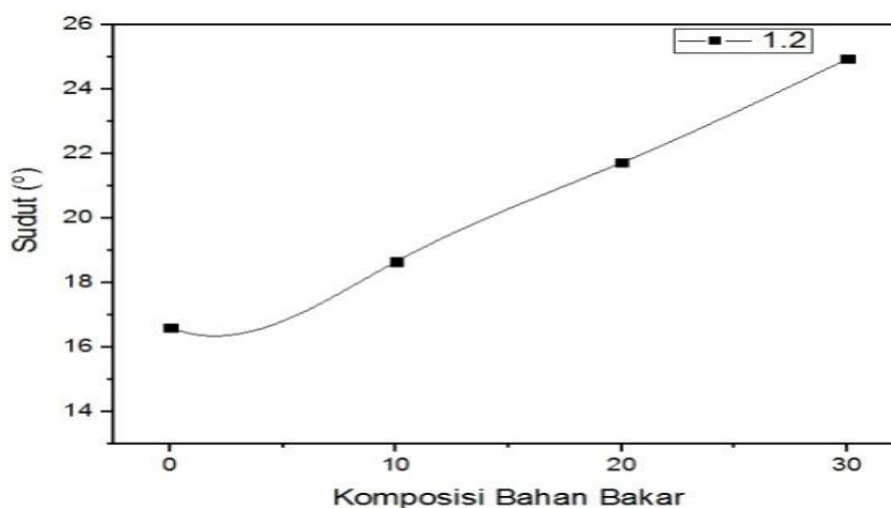
terkecil terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B0 dengan nilai biodiesel 16,148 mm. Penambahan biodiesel kesambi dapat menyebabkan sudut api membesar. Pada Tabel 4.9 dapat diamati nilai sudut api pada  $\phi = 1$ .

Tabel 4.9 Nilai sudut api pada ekivalen rasio 1

Komposisi bahan bakar	Sudut api ( $^{\circ}$ )
B0	16,148
B10	17,76
B20	19,71
B30	23,904

c. Sudut Api pada  $\phi = 1,2$

Pada  $\phi = 1,2$  didapatkan hasil pengujian pembakaran laminer dexlite dan penambahan biodiesel kesambi pada  $\phi = 1,2$  memperoleh data sudut api. Pengujian dapat dilakukan dengan memvariasikan beberapa komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ). Data hasil pengukuran sudut api pada  $\phi = 1,2$  dapat diamati pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Sudut api pada ekivalen ratio 1,2

Data hasil pengujian, nilai sudut api terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B30 dengan nilai biodiesel 24,925 mm dan nilai terendah terdapat pada komposisi pencampuran bahan bakar B0 dengan nilai biodiesel 16,609 mm. Penambahan biodiesel kesambi dapat menyebabkan sudut api terbesar. Pada Tabel 4.10 dapat diamati nilai sudut api pada  $\phi = 1.2$ .

Tabel 4.10 Nilai sudut api pada ekivalen rasio 1,2

Komposisi bahan bakar	Sudut api (°)
B0	16,609
B10	19,184
B20	21,724
B30	24,925

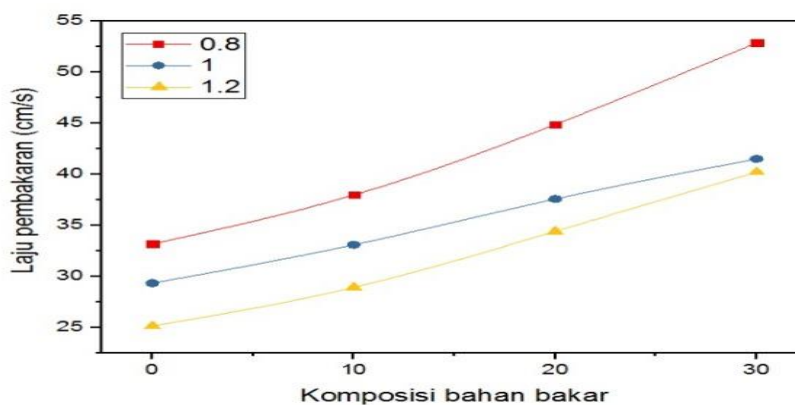
#### 4.6 Analisa Hasil Penelitian

Pembahasan dari hasil penelitian ini dapat menjelaskan laju pembakaran laminar, tinggi api dan sudut api dengan variasi komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ) serta tinggi api.

##### 4.6.1 Laju Pembakaran Laminar (SL)

Hasil data pengujian laju pembakaran laminar dextrite dan penambahan biodiesel kesambi telah dilakukan perbandingan dengan berbagai literatur. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa data yang diperoleh tidak terlalu jauh dari nilai dan trend laju pembakaran laminar sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Kharis, 2018) maka, pengujian dan pengamatan laju pembakaran laminar menggunakan bunsen burner dapat dilakukan.

Hasil data penelitian karakteristik pembakaran dextrite dan penambahan biodiesel kesambi (*Schleichera oleosa*) tentang laju pada pembakaran laminar dan memvariasikan komposisi bahan bakar dan ekivalen ratio ( $\phi$ ) dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Laju pembakaran total

Pada Gambar 4.13 dapat dilihat dari laju pembakaran laminar pada  $\phi = 0,8$  memperoleh nilai laju pembakaran laminar tertinggi dari laju pembakaran laminar dengan ( $\phi$ ) 1 dan 1,2. Pengujian dapat dilakukan dengan membandingkan bahan bakar dextrite tanpa penambahan biodiesel, yang dapat ditambahkan yaitu biodiesel dengan variasi komposisi yang sudah ditentukan. Pada komposisi bahan bakar B30 biodiesel memperoleh laju pembakaran laminar tertinggi apabila dibandingkan dengan komposisi tambahan biodiesel B10, B20, pada  $\phi = 0,8$ . Hasil laju pembakaran laminar pada komposisi B30 memperoleh nilai sebesar 52,886 cm/s dan pada B0 biodiesel sebesar 33,175 cm/s.

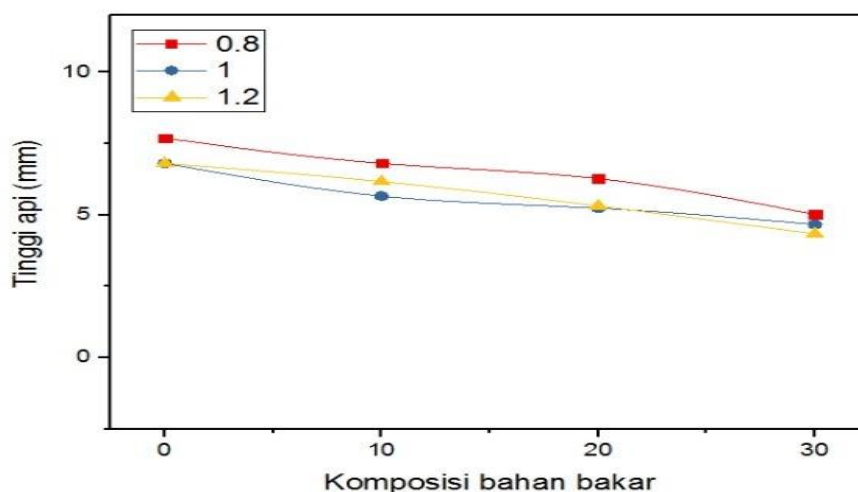
Hasil pengamatan dengan melakukan penambahan biodiesel pada dextrite dapat mempengaruhi laju pembakaran laminar. Penambahan biodiesel dapat menyebabkan nilai laju pembakaran laminar meningkat. Data visual dapat diamati pada Gambar 4.13 dengan semakin menambahkan komposisi biodiesel kesambi mengalami peningkatan nilai terhadap laju pembakaran laminar. Hal tersebut dikarenakan pada komposisi B10 hingga B30 memiliki nilai densitas biodiesel yang lebih tinggi dibandingkan dengan B0. Semakin tinggi nilai densitas maka sulit terurainya asam lemak dan gliserol (Wirawan dkk., 2014). Asam lemak dan gliserol adalah inhibitor yang terdapat pada laju pembakaran laminar. Semakin tinggi inhibitor dapat menyebabkan laju pembakaran laminar cenderung rendah (Zhen dkk., 2014). Asam lemak dan gliserol dapat diketahui dengan meningkatnya nilai viskositas pada setiap peningkatan konsentrasi biodiesel terhadap dextrite. Selain itu, penurunan laju pembakaran laminar dipengaruhi oleh penurunan nilai kalor. Peningkatan konsentrasi biodiesel menyebabkan penurunan nilai kalor pada pembakaran (Sethusundaram, 2016).

Nilai laju pembakaran pada  $\phi = 1,2$  lebih rendah jika dibandingkan dengan laju pembakaran pada  $\phi = 0,8$  dan  $\phi = 1$ . Laju pembakaran pada  $\phi = 1,2$  memiliki komposisi kaya bahan bakar. Semakin kaya bahan bakar menyebabkan bahan bakar tidak teroksidasi secara keseluruhan (Wirawan dkk., 2014). Bahan bakar yang tidak teroksidasi akan bereaksi dengan udara luar sehingga menyebabkan pembakaran difusi (Bachtiar dkk., 2019). Pembakaran difusi pada ujung busen burner menyebabkan sudut api semakin kecil sehingga laju pembakaran menjadi rendah (Bahri La Muhaya dkk., 2015). Perbandingan debit udara yang digunakan

saat pengujian pada masing-masing komposisi bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 4.1. Selain itu, pada  $\phi = 0,8$  gliserol sulit untuk terurai saat reaksi pembakaran. Gliserol membutuhkan banyak udara sehingga dapat terurai. Semakin banyak gliserol yang terurai menyebabkan laju pembakaran meningkat (Wirawan dkk, 2014). Proses reaksi pembakaran dipengaruhi oleh ekivalen ratio dan intensitas massa yang dikandung oleh komposisi reaktan (Zhen et al., 2014).

#### 4.6.2 Tinggi Api

Data hasil pengujian karakteristik pembakaran jenis dextrite dengan penambahan biodiesel kepuh (*Schleichera oleosa*) menggunakan *bunsen burner* memperoleh data tinggi api. Pengujian dilakukan tiga kali pengulangan dengan data yang dapat dilihat pada Lampiran C dan pengukuran pada masing-masing percobaan. Hasil pengujian tinggi api dapat diamati pada Gambar 4.14.



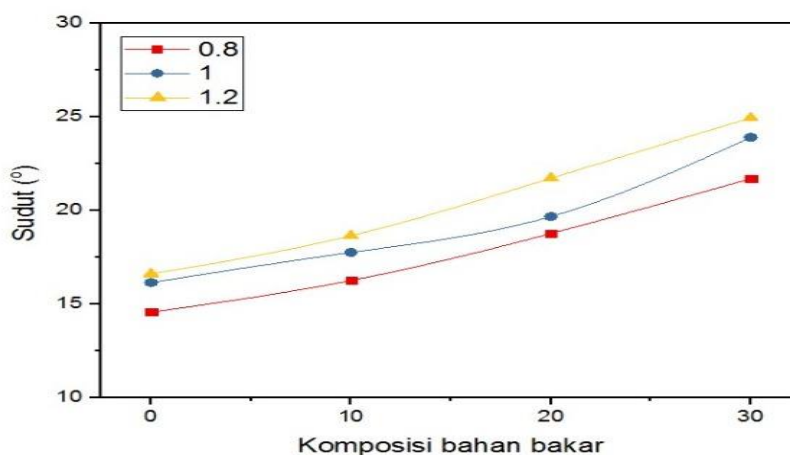
Gambar 4.14 Tinggi api total

Pada Gambar 4.14 terlihat perbandingan tinggi api. Bahan bakar B30 memiliki nilai terendah jika dibandingkan dengan B0, B10 dan B20. Tinggi api dapat dipengaruhi oleh karakteristik bahan bakar. Biodiesel kesambi memiliki viskositas dan densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar jenis dextrite. Hal tersebut tentu mempengaruhi nyala api dan penguapan bahan bakar (B.N. Riwu dkk., 2016). Viskositas yang tinggi menyebabkan tinggi api cenderung menurun dikarenakan bahan bakar tidak bereaksi secara menyeluruh sehingga bahan bakar terdorong keluar pada ujung *bunsen burner* (Wirawan dkk., 2014).

Bahan bakar B0 biodiesel pada  $\phi = 0,8$  menghasilkan tinggi api maksimum. Pola api B0 biodiesel terlihat semakin tinggi hingga *blow off*. Hal ini dapat terjadi karena ada peningkatan ekivalen ratio yang dapat menyebabkan tinggi pada api meningkat. Pada  $\phi = 0,8$  komposisi yang bereaksi kaya bahan bakar. Bahan bakar yang kaya akan bereaksi secara difusi pada ujung *bunsen burner* sehingga api terdorong keluar dan menyebabkan tinggi api semakin meningkat (Bachtiar dkk., 2019). Selain itu, pada ekivalen ratio yang lebih tinggi sehingga mengakibatkan proses reaksi kurang lancar, dan masih banyak reaktan yang belum terbakar (Ilminnafik dkk., 2017). Nilai kalor yang rendah juga dapat mempengaruhi nilai tinggi api. Semakin rendah nilai kalor maka tinggi api cenderung meningkat.

#### 4.6.3 Sudut Api

Data hasil pengujian karakteristik pembakaran jenis dextrite dengan penambahan biodiesel kesambi (*Schleichera oleosa*) menggunakan *bunsen burner* dapat menghasilkan data sudut api. Pengujian dilakukan tiga kali pengulangan dengan data yang dapat dilihat pada Lampiran C. Hasil pengujian sudut api dapat diamati pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Sudut api total

Pada Gambar 4.15 terlihat perbandingan dari sudut api. Bahan bakar B0 biodiesel memiliki nilai sudut api yang terendah, jika dibandingkan dengan B10, B20 dan B30. Sudut api dapat dipengaruhi oleh karakteristik bahan bakar. Biodiesel kesambi memiliki viskositas dan densitas yang lebih tinggi

dibandingkan dexlite. Viskositas yang tinggi menyebabkan sudut pada api cenderung meningkat dikarenakan bahan bakar tidak bereaksi secara menyeluruh sehingga bahan bakar terdorong keluar pada ujung bunsen burner (Wirawan dkk., 2014).

Bahan bakar B30 biodiesel pada  $\phi = 1,2$  menghasilkan sudut api maksimum. Pola api B30 biodiesel terlihat semakin lebar hingga *blow off*. Hal ini terjadi karena peningkatan ekivalen ratio yang menyebabkan sudut pada api meningkat. Pada  $\phi = 1,2$  komposisi yang bereaksi kaya bahan bakar. Bahan bakar yang kaya akan bereaksi secara difusi pada ujung *bunsen burner* sehingga api terdorong keluar dan menyebabkan sudut api semakin meningkat (Bachtiar dkk., 2019). Selain itu, pada ekivalen ratio yang lebih tinggi dapat mengakibatkan proses reaksi tidak optimal, sehingga masih banyak reaktan yang tidak terbakar (Ilminnafik dkk., 2017). Nilai kalor yang rendah juga mempengaruhi nilai tinggi api. Semakin rendah nilai kalor maka tinggi api cenderung meningkat.