

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Biodiesel

Biodiesel adalah energi terbarukan yang sangat diperlukan dan terbuat dari bahan alami seperti minyak nabati dan hewani. Secara deskripsi, biodiesel adalah senyawa metil-ester yang dihasilkan dari proses esterifikasi dan transesterifikasi minyak nabati atau lemak hewani. Biodiesel merupakan energi yang ramah lingkungan dan dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dengan emisi yang rendah dibandingkan dengan bahan bakar konvensional. (Suroto dan Rinayu, 2016). Biodiesel memiliki kesamaan sifat dengan bahan bakar konvensional dan dapat terdegradasi, berasal dari sumber terbarukan, serta mempunyai nilai setana yang lebih tinggi (Robles-Medina dkk, 2009).

Proses esterifikasi adalah proses penurunan asam lemak bebas untuk membentuk ester. Proses esterifikasi dilakukan apabila nilai asam minyak diatas 2 mg KOH/g, dan dapat diteruskan menuju proses transesterifikasi apabila nilai asam minyak kurang dari 2 mg KOH/g. Proses esterifikasi dapat dilakukan dengan cara mengaduk minyak menggunakan *magnetic stirrer* lalu dipanaskan pada suhu 60°C selanjutnya memasukkan katalis metanol dan H₂SO₄ sebesar 0,01% dari massa minyak. Proses pemanasan ditahan pada suhu 50- 60°C selama 60 menit. Setelah mencapai batas waktu minyak didiamkan selama 3 jam, kemudian lakukan pemisahan antara minyak dan katalis metanol asam sisa reaksi (Hendra, 2014).

Proses transesterifikasi adalah reaksi antara trigleserida dan metanol dengan menambahkan katalis untuk membantu *mono-ester* yang disebut biodiesel (Brennan & Owende, 2010). Transesterifikasi dapat dilakukan dengan cara minyak dipanaskan pada suhu 70°C selama 2,5 jam, diperoleh campuran produk yang terdiri dari 2 lapisan. Lapisan bawah merupakan gliserol, untuk memisahkan sisa – sisa katalis dari metil ester, maka dilakukan filtrasi. Setelah itu lapisan metil

ester dicuci dengan menggunakan aquadest dengan suhu 80°C untuk menghilangkan sisa – sisa gliserol dan metanol sampai pH 7.

Biodiesel dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar konvensional untuk mesin diesel. Sektor yang menggunakan biodiesel antara lain sektor transportasi, sektor industri, dan sektor pembangkit listrik. Biodiesel memiliki sifat seperti viskositas, densitas, titik nyala dan nilai kalor.

a. Densitas

Densitas adalah massa volume material pada suhu yang ditetapkan. Malik dan Basuki (2021) menyebutkan densitas merupakan perbandingan antara massa bahan yang diukur pada suhu tertentu dengan volume bahan tersebut. Nilai densitas memiliki dimensi gram per sentimeter kubik.

b. Viskositas

Viskositas adalah sifat fluida yang mendasari diberikannya tahanan terhadap tegangan geser oleh fluida tersebut. menurut Mutmainnah (2008) viskositas adalah salah satu parameter kekentalan pada suatu fluida yang menyatakan kecil dan besarnya gesekan di dalam fluida. Viskositas kinematik merupakan perbandingan viskositas terhadap kerapatan massa.

c. Nilai kalor

Nilai Kalor merupakan salah satu parameter penting dalam kualitas bahan bakar. Menurut Putra dkk (2017) Nilai kalor adalah jumlah energi yang dilepaskan ketika suatu bahan bakar dibakar secara sempurna dalam suatu proses aliran tunak (*steady*) dan produk dikembalikan dalam bentuk reaktan.

d. *Flash point*

Flash point (titik nyala) adalah temperatur dimana fraksi akan menguap dan menimbulkan api jika terkena percikan api, kemudian mati dengan sendirinya pada waktu yang cepat.

Adapun kelayakan biodiesel yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan standart SNI seperti pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Standart Biodiesel Berdasarkan SNI 04-7182-2012

Parameter Uji	Satuan Min/Maks	Persyaratan
Massa jenis pada 40°C.	Kg/m ³	850 – 890
Viskositas kinematic pada 40°C	Nm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
Kadar air	%-massa, maks	0,05
Angka asam .	Mg-KOH/g maks	0,6

2.2 Minyak Kesambi

Kesambi tanaman yang banyak tumbuh dan temukan di Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Maluku, Sulawesi, Pulau Seram, dan Pulau Kai (Arifin & Rachman, 2020). Biji kesambi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku sintesis *biodiesel*. Kandungan potensial minyak yang cukup tinggi sekitar 70% dari biji kesambi kering (Kurnia I dkk, 2019). Minyak kesambi merupakan salah satu bahan baku yang dapat diubah menjadi biodiesel, karena kandungan asam lemaknya tidak jauh berbeda dengan minyak nabati lainnya, seperti jarak pagar atau minyak sawit. minyak biji kesambi dapat digunakan sebagai pelumas dan pembuatan lilin pada industri batik (Sudradjat dkk, 2010).

Tabel 2.2 Karakteristik Biodiesel minyak kesambi (Kurnia I dkk, 2019).

No	Parameter Kualitas	Satuan	Hasil	Standar SNI-04-7182:2006
1	Bilangan asam	mg-KOH/g	0,74%	Maks. 0,8
2	Kadar air	%	0,5%	Maks. 0,5
3	Densitas	kg/m ³	860	850 – 890
4	Viskositas	mm ² /s (cSt)	2,35	2,3 – 6,0

Berdasarkan Tabel penelitian Kurnia I dkk. (2019), pengujian kualitas *biodiesel* yang dihasilkan memiliki nilai angka asam sebesar 0,74%, kadar air 0,5%, densitas 860 kg/m³, dan viskositas 2,35 cSt. Rendemen yang diperoleh

dari sampel minyak bijiikesambi adalah sebesar 60%. Berdasarkan hasil uji kualitas, *biodiesel* yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI.

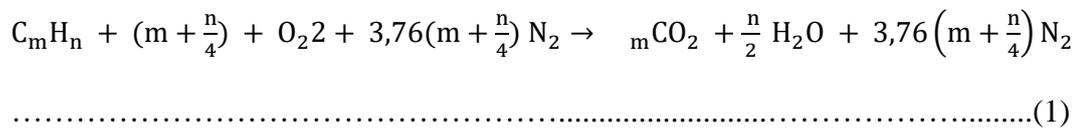
2.3 Hydrocarbon Crack System

Hydrocarbon Crack System (HCS) adalah sistem pemanas yang digunakan untuk menguapkan bahan bakar yang memiliki nilai oktan lebih rendah dari bahan bakar utama pada kendaraan motor dengan menggunakan pipa tembaga yang dipanaskan, bertujuan untuk membantu memasok bahan bakar beroktan tinggi di ruang bakar.. *Hydrocarbon Crack System* (HCS) bertujuan untuk menambah tenaga (torsi) dan menghemat konsumsi bahan bakar. semakin tinggi nilai oktan pada bahan bakar yang digunakan maka semakin besar tenaga kendaraan yang akan dihasilkan (Suprpto, 2004). *Hydrocarbon Crack System* (HCS) dapat digunakan pada semua jenis kendaraan bermotor baik jenis motor 2 tak atau 4 tak, motor karburator atau injeksi, dan motor diesel sekalipun. Menurut yang dikutip (Muadi I. 2012) Secara umum cara kerjaaaalat ini adalah mengisikan 300cc *premium* ke tabung yang telah disediakan, kemudian uap yang telah dipanaskan oleh knalpot melalui pipa katalisator disalurkan ke *intake chamber* sehingga memecah menjadi *hydrogen rich* dan menghisap unsur partikel karbon monoksida pada knalpot berkurang secara signifikan.

2.4 Pembakaran

Pembakaran adalah mekanisme energi kimia dalam bahan bakar dan oksidator (oksigen atau udara) sehingga menghasilkan panas dan cahaya (Wahyudi, 2013). Proses pembakaran membutuhkan dua reaktan yaitu bahan bakar dan oksidator. Energi adalah setiap zat yang melepaskan panas ketika teroksidasi. umumnya mengandung unsur dasar karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan belerang (S). Sedangkan zat pengoksidasi adalah setiap zat yang mengandung oksigen yang akan dibalas dengan energi (Mahandari, 2010).

Dalam proses pembakaran, akan terjadinya fenomena-fenomena diantaranya interaksi proses kimia dan fisika, pelepasan panas dari energi ikatan kimia, proses perpindahan panas, proses perpindahan massa dan laju fluida. Proses pembakaran terjadi ketika dasar energi dioksidasi. Panas yang dihasilkan dari proses pembakaran juga bisa disebut proses oksidasi eksotermik. Namun, di mana udara kering terdiri dari 21 oksigen dan 78 nitrogen, juga respons stoikiometrik pembakaran hidrokarbon murni adalah C_mH_n , Jika oksigen yang dibutuhkan untuk proses pembakaran diperoleh dari udara kering. persamaan dapat ditulis pada (1).



(Al-Mahbuby, 2019).

2.4.1 Laju Pembakaran Laminer

Kecepatan nyala api laminer adalah salah satu parameter yang penting dari bahan bakar karena berisi informasi dasar tentang reaktivitas, difusivitas dan eksotermisitas campuran bahan bakar dan udara. Adapun masalah yang berkaitan dengan laju pembakaran yaitu karakteristik bahan bakar dan ekivalen rasio. karakteristik bahan bakar meliputi tentang nilai densitas, viskositas, dan nilai kalor. Jika nilai viskositas dan densitas tinggi maka bahan bakar akan lebih sulit terbakar (Al banjari dkk, 2015). Tingginya nilai densitas dan viskositas dipengaruhi oleh kandungan gliserol pada bahan bakar, salah satunya biodiesel. Bahan bakar membutuhkan udara dan temperatur yang tinggi supaya laju pembakaran meningkat (Wirawan dkk, 2014). Persamaan menghitung laju laminer setelah mendapatkan nilai kecepatan reaktan, kecepatan reaktan dapat dilihat pada persamaan (2).

$$V = \frac{Q \text{ bahan bakar} + Q \text{ udara}}{Ab} \dots\dots\dots(2)$$

(Al-Mahbuby, 2019).

Dengan :

Q Bahan bakar : laju aliran bahan bakar (cm^3/s)

Q udara : laju aliran udara (cm^3/s)

Ab : luas penampang *burner* (cm^2)

Kecepatan api laminar adalah kecepatan reaktan dikalikan dengan sinus dari setengah sudut api. perhitungan kecepatan api laminar dapat dilihat pada persamaan (3).

$$SL = V \cdot \sin. \alpha \dots\dots\dots(3)$$

(Wirawan dkk, 2014).

Dengan :

SL : kecepatan api laminar (cm/s)

V : kecepatan reaktan (cm/s)

α : setengah dari sudut api *Bunsen burner* ($^\circ$)

2.5 Api

Api adalah visualisasi yang dihasilkan dari pembakaran. Secara aliran, nyala api bisa terjadi (laminar) aliran yang bergerak searah atau (turbulen) aliran yang bergerak secara acak dan tidak stabil (Triwibowo, 2013). nyala api dapat dikategorikan menjadi dua yaitu api *premixed* dan api difusi. Api premixed adalah api yang dihasilkan ketika bahan bakar bercampur dengan oksigen yang telah tercampur sempurna didalam *mixing chamber* sebelum terjadinya pembakaran (Riwu dkk, 2016). Sedangkan Api difusi adalah api yang dihasilkan ketika bahan bakar dan oksigen bercampur serta penyalaan dilakukan secara bersamaan (Faizal dkk, 2016).

Warna api ditentukan oleh 2 faktor, yaitu kandungan bahan bakar dan campuran udara yang terbakar. Ketika api cenderung berwarna merah, hal ini terjadi karena bahan yang terbakar memiliki nilai kalor yang cukup rendah, jika hanya sedikit udara yang tercampur dalam proses pembakaran, dapat disebut sebagai campuran kaya. Tetapi jika api berwarna kebiruan, disebut juga campuran miskin (Januar, 2015).

2.5.1 Nyala Api Difusi

Api difusi adalah api yang dihasilkan ketika bahan bakar dan oksigen bercampur serta penyalaan dilakukan secara bersamaan. Pada umumnya nyala api difusi pengaruh udara dari luar sebagai oksidator pembakaran berpengaruh pada nyala api yang dihasilkan (Faizal dkk, 2016). Kemunculan nyala api akan tergantung pada sifat dari bahan bakar dan kecepatan pemancaran bahan bakar terhadap udara disekitar.

2.5.2 Tinggi Nyala Api

Tinggi nyala api adalah salah satu parameter yang penting untuk mengetahui karakteristik bahan bakar pada saat melakukan proses pembakaran yang akan menghasilkan panas dan cahaya. Cahaya merupakan gambar reaksi pembakaran atau yang biasa disebut kerucut api. Kerucut api dipengaruhi oleh nilai kalor pada bahan bakar (Listyadi dkk, 2020). Pada penelitian pembakaran premixed yang dilakukan oleh (Bahri La Muhaya dkk, 2015) menunjukkan bahwa semakin kaya bahan bakar maka pola api akan semakin meningkat. Tinggi nyala api dapat dianalisa menggunakan *software image-J*, dengan menarik garis tegak lurus terhadap permukaan api.

2.5.3 Sudut Nyala Api

Sudut nyala api adalah salah satu parameter yang penting untuk menghitung kecepatan pembakaran yang terjadi pada pembakaran difusi. Sudut nyala api dapat dianalisa menggunakan *software image-J*, dengan mengukur lebar permukaan api.

2.6. Pelitian Terdahulu

Studi sebelumnya mengenai karakteristik pembakaran difusi dan *Hydrocarbon Crack System* (HCS) adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian (Sasongko, 2014) yang berjudul Pengaruh Prosentase Co2 Terhadap Karakteristik Pembakaran Difusi Biogas meneliti tentang prosentase CO2 yang berbeda tidak berpengaruh secara signifikan pada daerah reaksi pembakaran. Kandungan CO2 pada bahan bakar lebih berpengaruh terhadap *flame strength* yang ditunjukkan oleh perubahan visualisasi warna api.
2. Pada penelitian (Al Banjari dkk, 2015) yang berjudul Karakteristik Pembakaran Difusi Campuran Biodiesel Minyak Jarak Pagar (*Jathropa Curcas* L) - Etanol/Metanol Pada *Mini Glass Tube* meneliti tentang Kestabilan api dengan bahan bakar biodiesel-metanol jauh lebih baik dibandingkan dengan biodiesel-etanol. Hal ini terjadi dikarenakan viskositas dan *flash point* yang lebih tinggi menyebabkan banyaknya kuantitas bahan bakar cair yang naik ke *mini glass tube* dan menyebabkan api tidak stabil.
3. Pada penelitian (Faizal dkk, 2016) yang berjudul Pengaruh Variasi *Lip Thickness* Pada *Nozzle* Terpancung Terhadap Karakteristik Api Pembakaran Difusi *Concentric Jet Flow* meneliti tentang Semakin kecil *lip thickness* pada *nozzle* terpancung menyebabkan kestabilan nyala api difusi *concentric jet flow* semakin meningkat. Kestabilan api difusi *concentric jet flow* terbesar didapat pada penggunaan *nozzle* terpancung dengan *lip thickness* 4 mm.
4. Pada penelitian (Abdillah, 2014) yang berjudul Prototipe Alat Penghemat Bahan Bakar Mobil Menggunakan Metode *Hydrocarbon Crack System* Untuk Menghemat Bahan Bakar Dan Mengurangi Emis Gas Buang meneliti tentang Bertambahnya panjang pipa katalis dan *volume premium* akan meningkatkan penghematan bahan bakar dan menurunkan emisi gas buang.

5. Pada penelitian (Riwu dkk, 2016) yang berjudul Kecepatan Pembakaran *Premixed* Campuran Minyak Jarak - *Liquefied Petroleum Gas* (Lpg) Pada *Circular Tube Burner* meneliti tentang Semakin besar prosentase LPG, maka nyala api semakin stabil pada nilai *equivalence ratio* yang semakin kecil.
6. Pada penelitian Nurhayati, F. (2019) yang berjudul Karakteristik Pembakaran Difusi Biosolar dengan Penambahan Biodiesel Minyak Jelantah. meneliti tentang Semakin bertambahnya komposisi dan campuran bahan bakar semakin meningkat nilai tinggi nyala api yang dihasilkan, namun pada nilai kecepatan pembakaran dan nilai temperatur nyala api semakin menurun dengan bertambahnya komposisi bahan bakar.
7. Pada penelitian Prasetiyo, D. H. T. (2020) yang berjudul Karakteristik Pembakaran Biosolar dengan Penambahan Biodiesel Kepuh (*Sterculia Foetida*) meneliti tentang semakin bertambah biodiesel pada komposisi campuran bahan bakar dapat mempengaruhi tinggi api dan laju pembakaran, begitu juga dengan penambahan ekivalen rasio menyebabkan penurunan nilai laju pembakaran.
8. Wahyudi, D. 2013. Kecepatan Api Premix Penyalaan Atas Campuran Stoikiometri dan Nitrogen meneliti tentang Kecepatan api premix campuran stoikiometri dan nitrogen dengan penambahan variasi nitrogen 10%-60% menunjukkan kecepatan api semakin menurun. Hal ini disebabkan nitrogen menghambat tumbukan reaksi gas metana dan udara..