

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang dan Masalah

Produksi komponen bahan bakar yang terbuat dari bahan baku turunan hayati, khususnya gula, pati, minyak nabati, dan biomassa lignoselulosa memberikan peluang untuk mengurangi CO<sub>2</sub> emisi yang terkait dengan bahan bakar cair. Jika biofuel generasi mendatang ingin digunakan sebagai pengganti bensin konvensional, maka biofuel tersebut harus memenuhi persyaratan volatilitas yang sesuai dengan kegunaannya (Ferris *et al.*, 2016). Dengan kemajuan teknologi, bahan bakar alternatif seperti biofuel telah banyak digunakan dalam berbagai jenis aktivitas manusia. Ini termasuk pembangkit listrik, transportasi, dan pemanas. Sebenarnya, biofuel dapat memenuhi kebutuhan energi yang berbeda (Fahmi *et al.*, 2022).

Proses distilasi diperlukan untuk menghasilkan produk bensin Uji distilasi adalah salah satu komponen uji yang paling penting untuk menilai kualitas bahan bakar, khususnya untuk mengevaluasi sifat penguapan bahan bakar (Novandy, 2021). Beberapa penelitian menggunakan macam-macam jenis distilasi, salah satunya distilasi (ASTM D-86). ASTM D86 adalah metode pengujian standar yang digunakan untuk mengukur secara eksperimental kurva distilasi *batch* bahan bakar yang berasal dari minyak bumi pada tekanan atmosfer. Kurva distilasi yang diperoleh dengan metode ASTM D86 biasa disebut kurva distilasi D86 (Ferris *et al.*, 2016).

Pengujian destilasi ASTM D 86 untuk produk minyak seperti bensin, kerosine, nafta, dan solar biasanya dilakukan dalam waktu yang cukup lama, yaitu sekitar 1,5 jam, dimulai dari persiapan sampel uji dan berakhir ketika hasilnya dicatat (Al-Jauhari, 2021). Temperatur titik didih akhir (*end point*) dibatasi maksimum 215°C menurut spesifikasi bensin 88 yang ditetapkan Pemerintah KEPDIRJEN Migas Nomor 0177 K 10 DJM.T tentang Standar dan Mutu (spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin (*Gasoline*) RON 98 yang dipasarkan di dalam negeri serta Spesifikasi Premium TT (ACEA *et al.*, 2013).

Dalam pengujian ini melibatkan sampel bahan bakar minyak seperti pertalite untuk dijadikan bahan pembanding dengan biofuel yang dibuat. Proses pembuatan biofuel menggunakan distilasi fraksional, yaitu proses pemisahan komponen-komponen yang terkandung dalam suatu campuran sehingga terbentuk beberapa fraksi berdasarkan nilai titik didih komponen-komponen tersebut. Selama proses uji coba tersebut menggunakan alat distilasi ASTM (*American Society for Testing Material*) D86. Namun, uji coba produksi biofuel ini berbeda dengan bioethanol melainkan bahan baku pembuatan biofuel dari *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Industrial Vegetable Oil* (IVO).

Berdasarkan hasil literatur maka penulis melakukan proses uji distilasi biofuel dan melakukan evaluasi metode pada proses yang telah berlangsung untuk menentukan apakah bisa biofuel menggunakan metode ASTM D86. Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan menjadi rujukan proses distilasi biofuel bagi para pembaca.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan utama dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

- 1) Menganalisis profil proses distilasi pada sampel pertalite dan biofuel
- 2) Mengevaluasi penerapan suhu distilasi bahan bakar bensin menggunakan metode ASTM D86 terhadap biofuel berbahan baku minyak sawit dengan pertalite menggunakan uji T
- 3) Menganalisis karakteristik hasil distilasi biofuel berbahan bakar minyak sawit dari penerapan proses distilasi ASTM D86

## **1.3. Kerangka Pemikiran**

Bensin yang berasal dari minyak bumi merupakan campuran kompleks dari ratusan hidrokarbon, terutama n-alkana, iso-alkana, naftena, olefin, aromatik, dan oksigenat. Meskipun komposisi pasti campuran bensin komersial tidak diatur atau ditentukan, persyaratan volatilitas untuk bensin yang berasal dari minyak bumi di Amerika Serikat didefinisikan dalam *American Society for Testing and Materials* (ASTM) D4814 Spesifikasi Standar untuk Bahan Bakar Mesin Pengapian Busi Otomotif (Ferris *et al.*, 2016).

ASTM D86 adalah metode pengujian standar yang digunakan untuk mengukur secara eksperimental kurva distilasi *batch* bahan bakar yang berasal dari

minyak bumi pada tekanan atmosfer. Kurva distilasi yang diperoleh dengan metode ASTM D86 biasa disebut kurva distilasi D86. Meskipun ada sedikit perbedaan prosedur yang terkait dengan penyulingan jenis bahan bakar tertentu, pengaturan dan prosedur peralatan ASTM D86 secara keseluruhan tetap sama. Sampel bahan bakar sebanyak 100 ml direbus dalam labu distilasi 100 ml atau 125 ml pada tekanan atmosfer. Panas dialirkan ke dasar labu dengan menggunakan pemanas listrik atau pembakar gas Bunsen. Bagian atas labu disegel menggunakan sumbat tengah termometer, yang dapat menampung termometer air raksa dalam gelas atau termometer sejenisnya dan mencegah kebocoran uap. Termometer diposisikan untuk mengukur suhu uap bahan bakar saat naik dan keluar dari leher labu distilasi. Pistol labu dipasang erat ke dalam tabung kondensor peralatan distilasi, yang melewati bak kondensasi terisolasi (Ferris *et al.*, 2016).

#### **1.4. Hipotesis**

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diambil dari berbagai sumber penelitian, hipotesis berikut adalah:

- 1)  $H_0$ : tidak ada perbedaan hasil penerapan distilasi ASTM D86 pada sampel biofuel dan pertalite
- 2)  $H_1$ : ada perbedaan hasil penerapan distilasi ASTM D86 pada sampel biofuel dan pertalite

#### **1.5. Kontribusi Penelitian**

Kontribusi dari Memvalidasi Metode dan Pengaruh Posisi Ketinggian Termometer pada Fraksinasi ASTM D-86, yaitu:

- 1) Bagi Penulis, mengevaluasi parameter distilasi ASTM D86 untuk biofuel
- 2) Bagi Kampus, bertujuan sebagai alat bantu pembelajaran dan referensi bagi mahasiswa-mahasiswa di Politeknik Negeri Lampung dalam proses penggunaan distilasi ASTM D86 dalam produksi biofuel
- 3) Bagi Pembaca, sebagai bahan kajian dan literatur mengenai distilasi ASTM D86

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Gasoline

Bensin, juga dikenal sebagai biofuel, adalah cairan campuran yang sebagian besar terdiri dari senyawa hidrokarbon (seperti parafin, naftalen, senyawa tidak jenuh, dan terkadang senyawa aromatik) yang diekstraksi dari minyak bumi dan digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Industri minyak dan bahkan perusahaan sering menggunakan istilah biofuel. Bensin terdiri dari hidrokarbon rantai lurus mulai dari C5 (Pentane) hingga C9 (Nonana), dan kadangkala disebut mogas (motor biofuel) untuk membedakannya dengan avgas, biofuel yang digunakan oleh pesawat terbang ringan. Dengan kata lain, bensin dibuat dari molekul hidrogen dan karbon yang terikat antara satu sama lain untuk membentuk rantai. Atom karbon dari minyak mentah ini terhubung satu sama lain dalam cairan ini untuk membentuk rantai yang bervariasi (Dhamayanthie *et al.*, 2018).

Sifat-sifat molekul hidrokarbon akan berbeda-beda tergantung pada panjangnya. Salah satu molekul yang paling ringan adalah CH<sub>4</sub>, atau metana. Berat rantai akan meningkat seiring dengan jumlah atom C yang ada di dalamnya. Metana, etana, propana, dan butana adalah empat molekul pertama hidrokarbon. Keempatnya berbentuk gas pada suhu dan tekanan kamar, dengan titik didih masing-masing -107°C, -67°C, -43°C, dan -18°C. Dari C5 hingga C18, cair, dan dari C19 ke atas, padat. Distilasi adalah proses pemisahan hidrokarbon karena panjang rantai meningkatkan titik didihnya. Untuk memisahkan berbagai fraksi hidrokarbon dari minyak mentah, prinsip ini diterapkan dalam proses pengilangan minyak. (Dhamayanthie *et al.*, 2018).

Klasifikasi bensin terdiri dari beberapa klasifikasi sebagai berikut:

- 1) Premium (RON 88) adalah bahan bakar distilat yang memiliki warna kuning karena memiliki zat pewarna tambahan. Bensin premium, juga dikenal sebagai biofuel atau motor biofuel, memiliki angka oktan 88, dan memiliki titik didih antara 300 °C dan 2000 °C. Ini memiliki sifat anti ketukan yang baik dan dapat digunakan pada mesin dengan kompresi tinggi dalam berbagai kondisi.

- 2) Pertalite (RON 90) adalah bahan bakar minyak (BBM) jenis baru yang dibuat oleh Pertamina. Kualitas bahan bakarnya lebih baik daripada bahan bakar premium, jadi disarankan untuk kendaraan dengan kompresi 9,1–10,1 dan mobil yang diproduksi setelah tahun 2000.
- 3) Pertamax (RON 92) dimaksudkan untuk mobil yang membutuhkan bahan bakar beroktan tinggi tanpa timbal. Ini karena pertamax membatasi kandungan senyawa aromatik hingga 50% pemulihan dan kandungan benzene hingga 5% pemulihan.

Pertamax Dengan membatasi kandungan senyawa aromatik sebesar 40% dan kandungan benzene sebesar 5%, Pertamax Plus (RON 95) adalah bensin dengan grade mutu yang lebih baik. Pertmax plus ditujukan untuk mobil berteknologi canggih yang membutuhkan bahan bakar beroktan tinggi dan ramah lingkungan. Pertamax plus sangat disarankan untuk kendaraan dengan kompresi ratio lebih dari 10,5 dan yang menggunakan teknologi *electronic fuel injection* (EFI) (Dhamayanthie *et al.*, 2018).

## **2.2. Biofuel**

Nama lain untuk bahan bakar nabati atau bahan bakar hayati adalah biofuel. Biofuel adalah bahan bakar yang dibuat dari biomassa organik. Biofuel berbeda dengan kebanyakan bahan bakar yang terbuat dari minyak bumi atau batubara karena dibuat dari senyawa-senyawa dalam makhluk hidup seperti tanaman dan hewan. Dengan menggunakan sumber daya alam, biofuel dapat diperbarui sebagai bahan dasar. Jadi, biofuel adalah harapan masa depan untuk sustainability lingkungan (Wafi *et al.*, 2022).

Bahan bakar nabati biasanya digunakan untuk fiksasi karbon modern, seperti yang terjadi pada tumbuhan atau mikroalga selama proses fotosintesis, selama proses pembuatan dan pengolahannya. Sebanyak lima puluh hingga enam puluh spesies tanaman hasil pertanian alternatif di Indonesia dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biofuel (Wafi *et al.*, 2022).

Setiap sumber energi atau bahan bakar yang berupa padatan, cairan, atau gas yang berasal dari bahan organik Bahan bakar hewan dan tumbuhan dapat berasal dari limbah industri, komersial, domestik, atau pertanian, atau dapat berasal dari tanaman secara langsung. Biofuel alternatif terbagi menjadi dua kategori: yang

dapat dikonsumsi dan yang tidak dapat dikonsumsi. Biofuel dapat dibuat dari bahan makanan manusia dan bahan yang dimaksudkan untuk dikonsumsi, seperti gula, sari makanan (pati), atau sari minyak sayur. Biofuel juga dapat dibuat dari limbah pertanian, residu yang dapat dikonsumsi, dan tumbuhan non-panggang. Biofuel juga dapat dibuat dari bahan-bahan yang dapat dikonsumsi, seperti residu yang dibuat dengan metode hydocracking (Fahmi *et al.*, 2022).

### **2.3. Distilasi Fraksinasi**

Bahan baku minyak mentah (*Crude Oil*) yang diperoleh dari berbagai lokasi eksplorasi di Indonesia, harus ditampung terlebih dahulu dalam tangki penampungan. Oil crude diambil melalui kapal tongkang dan pipa. Proses transformasi minyak mentah menjadi produk bahan bakar sangat penting. Dengan mempertimbangkan kebijakan kualitas, jumlah produksi, dan harga minyak mentah yang tinggi, hal ini menjadi perhatian utama. Karena ada banyak persaingan untuk membuat produk dengan bahan baku minyak mentah, proses operasi harus dilakukan dengan cepat. Salah satu produk yang memanfaatkan *crude oil* menjadi bahan baku ialah bensin atau gasoline lainnya. Dimana untuk memproduksi bensin atau *gasoline* tersebut perlu dilakukan suatu proses, proses yang dilakukan salah satunya yaitu dengan cara distilasi fraksinasi yang sudah melewati beberapa tahap pemisahan sebelumnya. Distilasi fraksinasi dilakukan untuk mendapatkan *gasoline* yang diinginkan dengan cara pemisahan berdasarkan titik didih serta pemisahan tersebut dilakukan antara fraksi yang berat berupa *crude oil* atau residu yang akan menjadi produk samping dan fraksi ringan yaitu zat yang menguap kemudian terkondensasi menjadi gasoline yang diinginkan (Hadining *et al.*, 2015).

Distilasi fraksinasi merupakan suatu teknik pemisahan untuk larutan yang mempunyai perbedaan titik didih yang tidak terlalu jauh yaitu sekitar 30°C atau lebih dalam distilasi fraksional atau distilasi bertingkat proses pemisahan parsial diulang berkali-kali dimana setiap kali terjadi pemisahan lebih lanjut. Hal ini berarti proses pengayaan dari uap yang lebih volatil juga terjadi berkali-kali sepanjang proses distilasi fraksional itu berlangsung. Distilasi bertingkat (fraksinasi) adalah proses pemisahan distilasi ke dalam bagian-bagian dengan titik didih makin lama makin tinggi yang selanjutnya pemisahan bagian-bagian ini

dimaksudkan untuk distilasi ulang. Distilasi bertingkat merupakan proses pemurnian senyawa dan air dimana zat pencampurnya berupa senyawa dan air yang titik didihnya rendah dan tidak berbeda jauh dengan titik didih senyawa yang akan dimurnikan. Dengan perkataan lain distilasi ini bertujuan untuk memisahkan senyawa- senyawa dari suatu campuran yang komponen-komponennya memiliki perbedaan titik didih relatif kecil. Distilasi ini digunakan untuk memisahkan campuran aseton-metanol, dan karbon tetra klorida-toluen. Pada proses distilasi bertingkat digunakan kolom fraksinasi yang dipasang pada labu distilasi (Rahmawati, 2020).

Prinsip pemisahan secara distilasi didasarkan pada perbedaan titik didih komponen pada campuran. Istilah yang umum digunakan adalah volatilitas relatif ( $\alpha$ ) merupakan konstanta rasio kesetimbangan antar dua komponen, misal  $\alpha = K_1/K_2$ . Efeknya, parameter ini menentukan derajat kesulitan (*degree of difficulty*) suatu separasi (pemisahan). Perbedaan titik didih tidak selalu menjadi indikator untuk pemisahan yang mudah. Sebagai contoh, jika dua komponen memiliki titik didih yang hampir sama, *volatility* relatif akan lebih besar jika keduanya memiliki titik didih yang rendah daripada titik didih yang tinggi. Untuk itu, lebih mudah untuk memisahkan dua komponen yang mendidih pada 30°C dan 40°C daripada memisahkan dua komponen yang mendidih pada 320°C dan 330°C (Rahmawati, 2020).

Distilasi terfraksi ini memiliki kolom fraksinasi di mana proses refluks terjadi, yang membedakannya dari distilasi biasa. Proses refluks dilakukan pada distilasi ini agar pemisahan campuran dapat dilakukan dengan baik. Kolom fraksinasi memperpanjang kontak cairan-uap. Ini berarti bahwa bagian yang lebih ringan dengan titik didih yang lebih rendah akan terus menguap dan masuk ke kondensor, sementara bagian yang lebih besar akan kembali ke labu distilasi. Adanya kolom fraksinasi membedakan distilasi fraksinasi dari distilasi sederhana. Di kolom ini, setiap plat dipanaskan secara bertahap dengan suhu yang berbeda. Tujuan dari pemanasan yang berbeda ini adalah untuk memurnikan distilat yang lebih dari plat di bawahnya. Cairan menjadi lebih tidak stabil semakin ke atas (Rahmawati, 2020).

Salah satu alat yang digunakan untuk distilasi fraksinasi adalah ASTM, dimana terdapat beberapa alat ASTM yang salah satu nya digunakan untuk melakukan pengujian ini adalah ASTM D 86. ASTM D86 adalah alat yang digunakan dengan metode pengujian standar yang digunakan untuk mengukur secara eksperimental kurva distilasi batch bahan bakar yang berasal dari minyak bumi pada tekanan atmosfer. Berikut merupakan seperangkat alat distilasi fraksionasi ASTM D 86 (Rahmawati, 2020).



Gambar 2.1 Alat Distilasi ASTM D-86

Pada pengujian menggunakan distilasi fraksinasi ASTM D 86 seperti yang dijelaskan sebelumnya yaitu mengacu pada berbagai parameter. Dimana parameter yang digunakan untuk mendapatkan data hasil distilasi adalah volume dan suhu. Volume dapat dilihat melalui gelas ukur khusus untuk menampung biofuel yang dihasilkan serta suhu dapat dilihat dengan menggunakan termometer yang terpasang tepat diatas labu distilasi untuk mengukur derajat panas, baik pada uap yang teruapkan maupun cairan yang menjadi sampel pengujian, dalam hal ini berupa biofuel dan pertalite (Rahmawati, 2020).

#### **2.4. Distilasi ASTM (*American Society for Testing and Materials*)**

Distilasi ASTM memberikan informasi tentang cara operasi kilang dapat mengekstraksi fraksi dari minyak mentah, seperti fraksi seperti biofuel, bahan bakar jet, dan minyak diesel. Fraksi-fraksi ini ditunjukkan dalam bentuk persen penguapan melalui kinerja dan volatilitas. Distilasi ASTM dilakukan pada labu Engler. Karena efek kehilangan panas pada struktur leher labu Engler, proses distilasi ini tidak menggunakan tray dan packing. Selain itu, tidak ada refluks. Metode distilasi ini paling umum digunakan karena mudah digunakan, murah,

membutuhkan jumlah sample yang lebih sedikit, dan waktu pengujian yang lebih singkat (sekitar 1/10 kali waktu pengujian TBP). Beberapa teknik distilasi yang disarankan oleh ASTM adalah sebagai berikut (Juandito, 2021).

1) Metode ASTM D86

Metode distilasi ASTM D86 digunakan untuk menguji biofuel, naphta, kerosine, diesel, minyak bakar distillate, motor, biofuel pesawat, dan turbin pesawat. Pengujian melibatkan tekanan atmosfer. Menggunakan termometer yang ditunjukkan secara langsung dalam labu engler, hasilnya menunjukkan bahwa stem tidak mengalami perubahan.

2) Metode ASTM D216

Metode distilasi ASTM D216 digunakan untuk menguji biofuel alami pada tekanan atmosferis.

3) Metode ASTM D1160

Metode distilasi ini digunakan untuk menguji fraksi berat minyak dan gas yang dapat diuapkan sebagian atau seluruhnya pada suhu maksimal 750 °F pada tekanan absolut hingga 1 mmHg. Kemudian, fase cair dikondensasikan pada tekanan uji, yang berkisar antara 1–760 mmHg. Ukuran suhu dilakukan menggunakan termometer.

4) ASTM method D2887

Salah satu metode yang paling sederhana untuk melakukan analisis cut point dan boiling range fraksi hidrokarbon dengan ketelitian tinggi adalah simulasi distilasi yang dilakukan dengan gas chromatography (GC).

5) Distilasi TBP (*True Boiling Point*)

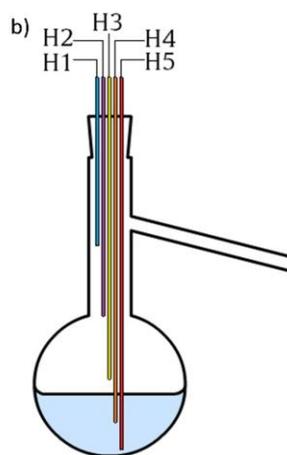
Proses distilasi TBP dilakukan dalam sebuah kolom distilasi yang memiliki antara lima belas dan seratus trays teoretis dengan rasio reflux yang tinggi, mungkin lebih dari lima banding satu. Distribusi komponen campuran yang akurat dimungkinkan oleh tingkat fraksinasi yang tinggi pada pengujian ini. Salah satu kekurangan distilasi TBP adalah kurangnya standar alat dan prosedur pengujian. Meskipun demikian, perbedaan antara laboratorium

pengujian yang ada sangat kecil karena pengujian dapat dengan mudah membedakan komponen campuran. Distilasi TBP dilakukan untuk menghitung persen pemulihan produk dari cutting kurva berdasarkan cut point yang diharapkan untuk produk.

6) Distilasi EFV (*Equilibrium Flash Vaporization*)

Distilasi EFV sangat mirip dengan distilasi pada unit distilasi awal. Hasil uji distilasi EFV ini membentuk kondisi operasi. Uji distilasi EFV ini menghasilkan keseimbangan vakum-cair, tetapi prosesnya lebih lama daripada metode uji lainnya. Untuk perhitungan flash, distilasi EFV ini menentukan kondisi pengoperasian unit distilasi (Juandito, 2021).

Standar ASTM D86 memberikan persamaan untuk menyesuaikan pembacaan sensor elektronik sehingga mengemulasikan pembacaan termometer (emulasi kesalahan batang darurat). Ditemukan bahwa perbedaan jeda suhu yang diamati termometer air raksa dari beberapa posisi berbeda. Posisi perbedaan termometer dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Posisi Termometer (Santos *et al.*, 2021)

Memvariasikan penggunaan termometer untuk melihat perbedaan dan keefektifan penggunaan termometer. H<sub>2</sub> berada tepat di bawah, pada titik perantara di daerah uap, terletak 4 cm dari H<sub>1</sub> berada di ketinggian 2,5 cm. Ketinggian H<sub>3</sub> adalah posisi terakhir pengukuran suhu fase uap, dan tepat di atas lokasi permukaan cairan pada awal distilasi, pada 8 cm dari tempat dari H<sub>1</sub>. Ketinggian H<sub>4</sub> adalah titik pengukuran pertama yang dilakukan pada fase cair dan terletak di antara permukaan uap-cair dan dasar labu, kira-kira di tengah ketinggian ini, sekitar 10

cm dari H<sub>1</sub>. Terakhir, posisi H<sub>5</sub> tepat di bawah H<sub>4</sub>, lebih dekat ke dasar labu yaitu 11.5 cm. Dengan berbagai variasi posisi termometer tersebut maka penulis melakukan analisa percobaan posisi thermometer dengan bahan biofuel berupa pertalite dan biofuel pada penggunaan distilasi ASTM D-86 (Santos *et al.*, 2021).

## 2.5. Termometer

Salah satu jenis termometer adalah termometer ruang, yang dapat mengukur suhu suatu ruangan, baik dalam penyimpanan maupun dalam kamar. Salah satu komponen terpenting dalam berbagai aspek kehidupan adalah melakukan pengukuran suhu ruang. Bidang pertanian dan perternakan, misalnya, untuk mengukur suhu pembibitan tanaman dan penetasan telur. Dalam situasi ini, suhu yang ideal (Fadilah *et al.*, 2020).

Di masyarakat umum, termometer yang biasa digunakan untuk mengukur suhu yang didasarkan pada air raksa atau alkohol digunakan. Namun, termometer alkohol memiliki beberapa kekurangan: dinding kacanya mudah basah, yang membuatnya lebih sulit untuk membaca suhu yang diukur; selain itu, alkohol tidak berwarna, sehingga diperlukan pewarnaan terlebih dahulu untuk membuatnya terlihat. Selain itu, termometer air raksa memiliki kekurangan, yaitu mereka tidak dapat mengukur suhu di bawah 40 derajat Celcius, dan air raksa adalah zat beracun, yang berpotensi berbahaya jika tabung pecah (Kurniasari *et al.*, 2022).

Berdasarkan kelemahan-kelemahan tersebut, termometer berbasis air raksa atau alkohol tidak aman dan kurang ketelitian untuk mengukur suhu. Menurut penelitian tentang desain dan pembuatan termometer digital, sensitivitas dan kelinearan yang lebih tinggi diperlukan untuk hasil yang lebih akurat. Penelitian tambahan dilakukan oleh Pramudani (2016), yang meneliti pembuatan alat ukur suhu digital yang menggunakan sensor termokopel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai temperatur termometer sebanding dengan termokopel. Namun, salah satu kekurangan penelitian ini adalah alat yang digunakan tidak terorganisir dan tidak sederhana, sehingga alat yang digunakan harus disusun kembali untuk membuat termometer ini (Kurniasari *et al.*, 2022).

## 2.6. Bilangan Oktan

Bilangan oktan, ukuran yang menunjukkan jumlah isooktan bensin, menentukan kualitas bensin. Bilangan oktan menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk mengatasi ketukan saat dibakar dalam mesin. Bensin adalah fraksi minyak bumi yang mengandung isooktan dan n-heptana. Misalnya, bensin premium dengan oktan 80 dijual di pasaran mengandung 80% isooktan dan 20% n-heptana (Wijayanto *et al.*, 2017).

Mutu bensin ditentukan berdasarkan efektivitas pembakarannya. Komponen alkana rantai lurus (n-heptana) dalam mesin tidak terbakar sempurna, sehingga menyebabkan terjadinya gangguan gerakan piston pada mesin dan menimbulkan suara ketukan (*knocking*). Sementara itu alkana dengan rantai bercabang (isooktana) lebih efektif pembakarannya, sehingga tidak menimbulkan suara ketukan pada mesin. Oleh karena itu, kandungan isooktana dalam bensin dijadikan sebagai standar mutu bensin. Berdasarkan teori di atas, semakin tinggi bilangan oktan dari suatu bensin maka bensin tersebut memiliki kualitas bahan bakar yang semakin baik dalam mengatasi ketukan ketika terbakar. Pembakaran juga menentukan mutu dari sebuah bahan bakar. Bahan bakar dengan rantai karbon bercabang mempunyai mutu yang lebih baik. Kualitas bensin ditentukan juga oleh pembakaran yang terjadi. Pada pembakaran sendiri komponen yang ada pada bahan bakar harus terbakar sempurna. Sempurna atau tidaknya pembakaran dipengaruhi juga oleh jumlah cabang rantai karbonnya. Semakin banyak cabang dari rantai karbonnya maka pembakaran akan lebih sempurna (Wijayanto *et al.*, 2017).

Pengukuran jumlah oktan dilakukan dengan membandingkan kemampuan suatu jenis bensin dengan campuran kimia antara senyawa isooktan dan n-heptana untuk mencegah knocking. Misalnya, bensin dengan oktan 88, memiliki kemampuan untuk mencegah kelitik yang sama dengan campuran yang terdiri dari 88% iso-oktan dan 12% n-heptana. Dua kategori angka oktan adalah Research Octane Number (RON) dan Motor Octane Number (MON). RON menunjukkan kinerja bahan bakar mesin saat dioperasikan dalam kondisi standar, yang menunjukkan bahwa bensin cenderung mengalami knocking pada kecepatan tinggi. Beberapa struktur molekul hidrokarbon memengaruhi oktan MON, yang

dapat 10 poin lebih rendah daripada RON. Ini adalah hidrokarbon rantai pendek yang dihasilkan dari hidrokarbon rantai panjang. Perengkahan dengan katalis adalah salah satu dari tiga metode perengkahan. Menggunakan katalis dalam reaksi perengkahannya akan mengarahkan reaksi sehingga menghasilkan produk hidrokarbon dengan oktan tinggi.

Banyak orang tidak tahu apa keuntungan dan kerugian dari menggunakan bahan bakar dengan oktan yang lebih rendah atau kurang dari yang disarankan pada mesin kendaraan. Banyak orang percaya bahwa menggunakan bahan bakar dengan oktan yang tinggi akan membuat kendaraan lebih bertenaga, lebih halus, dan lebih cepat berjalan, tetapi itu juga memiliki risiko yang signifikan. Dengan demikian, bensin beroktan tinggi hanya dapat dibakar dengan kompresi mesin yang tinggi. Jika oktan bensin terlalu tinggi dan kompresi mesin rendah, mesin tidak dapat membakar semua bensin, sehingga tersisa. Dengan kata lain, proses pembakaran di ruang bakar tidak sempurna, yang mengakibatkan kinerja motor yang lebih buruk dan penggunaan bensin yang lebih boros (Halim *et al.*, 2023).

Ditambahkan zat aditif octane boster ke bahan bakar untuk mendapatkan angka oktan yang sesuai dengan perbandingan kompresi mesin kendaraan. Zat aditif merupakan bahan organik yang ditambahkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin diesel. Zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimiliki oleh bahan bakar, seperti zat aditif anti detonasi pada bahan bakar bensin dan anti oksidasi pada pelumas (Akhbar, 2013).

*Octane boster* yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari bahan organik Methyl Tertiary Buthyl Eter (MTBE), yang merupakan salah satu senyawa organik yang tidak mengandung logam dan dapat bercampur secara sempurna dengan hidrokarbon. Octane boster yang dimaksud adalah sebuah produk yang terdiri dari unsur-unsur organik aditif yang digunakan untuk meningkatkan oktan bahan bakar premium. Dengan rumus molekul  $\text{CH}_3\text{OC}_4\text{H}_9$  atau  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ , senyawa ini terdiri dari gugusan tertier metil dan buthyl. Dengan kisaran oktan 116–118 RON, berat molekul 88 dan titik didih  $55^\circ\text{C}$ , MTBE dapat digunakan sebagai aditif

oktan booster untuk meningkatkan oktan bensin. Kalor pembakarannya 8.400 kkal/kg (Akhbar, 2013).

## 2.7. Validasi Metode

Metode yang belum terstandarisasi biasanya diperoleh dari pengembangan suatu metode untuk keperluan analisis yang dibutuhkan berdasarkan sampel yang akan dianalisis. Validasi metode memastikan bahwa metode tersebut divalidasi untuk menghasilkan hasil analisis yang valid dan dapat diandalkan (Gunawan, 2019). Beberapa parameter validasi yang biasa diujikan adalah *Limit of Detection* (LOD), *Limit of Quantitation* (LOQ), presisi, akurasi, dan linearitas (Sukmawati *et al.*, 2018). Berikut macam-macam parameter validasi metode (Harmono, 2020).

- 1) *Upper Control Limit* (UCL) yaitu fitur uji batas. Ini adalah konsentrasi analit terendah yang dapat ditemukan dalam sampel, tetapi dalam kondisi eksperimental yang ditentukan, tidak perlu kuantitatif. Dengan menggunakan uji batas, hanya dapat disimpulkan bahwa konsentrasi analit berada di bawah atau di atas batas tertentu. Konsentrasi analit sampel (seperti persen, bpj, dan bpm) biasanya digunakan untuk menunjukkan batas deteksi.
- 2) *Lower Control Limit* (UCL) adalah konsentrasi analit terendah yang dapat dikuantitasikan dengan akurat dan teliti. Batas kuantitasi juga menunjukkan sensitivitas metode analisis yang digunakan.
- 3) Mean adalah ketelitian metode perlu dilakukan untuk mengetahui apakah respon instrumen terhadap suatu analit bersifat tetap atau keterulangan dari waktu ke waktu. Pada penelitian ini, presisi metode analisis dinyatakan dalam keterulangan (*repeatability*) dan presisi antara (*intermediate precision*).
- 4) Akurasi adalah parameter yang menunjukkan kedekatan antara hasil analisis (*measured value*) dengan kadar analit sebenarnya (*accepted true value*) yang biasanya dinyatakan dengan persen perolehan kembali (*recovery percentage*).
- 5) Relatif Standar Deviasi adalah kemampuannya untuk menghasilkan hasil pengujian secara langsung atau melalui transformasi matematis yang tepat

yang sebanding dengan konsentrasi analit sampel dalam ruang lingkup tertentu.

## 2.8. Penelitian Terdahulu

Standar ASTM D86 memberikan persamaan untuk menyesuaikan pembacaan sensor elektronik sehingga mengemulasikan pembacaan termometer (emulasi kesalahan batang darurat). Ditemukan bahwa perbedaan jeda suhu yang diamati termometer air raksa dari beberapa posisi berbeda. Berikut ini merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti tentang ASTM D86.

Tabel 2.1 Studi literatur

No	Penulis	Judul	Viariasi	Hasil
1	Ferris & Rothamer. (2016)	Methodology for the experimental measurement of vapor–liquid equilibrium distillation curves using a modified ASTM D86 setup	3 Modifikasi perlakuan pada ASTM D86	Modifikasi dilakukan pada teknik pengukuran distilasi D86 untuk memungkinkan pengukuran pemulihan volume dan suhu uap dan cairan dengan penyelesaian waktu
2	Rafael, N.G., dkk. (2021)	ASTM D 86 Distillation Curve: Experimental Analysis and Premises for Literature	Perbedaan posisi Termometer pada labu ditilasi	Dari beberapa modifikasi termometer menunjukkan dampak yang besar pada pengujian ASTM D 86
3	Gordon J. Hookey (National Transportation Safety Board)	ASTM Standard D86: “Standard Test Method for Distillation of	Metode Uji Standar Penyulingan Produk Minyak Bumi pada	Standar ini diterbitkan dengan sebutan tetap D 86.

	Washington, D.C.) (1995)	Petroleum Products.”	Tekanan Atmosfer.	
4	A. Novandy (2021)	Evaluasi Penerapan Metode Uji ASTM D-86 untuk Penentuan Sifat Volatility Solar B30	Penerapan Metode Distilasi ASTM D86-17 Pada Solar dan Biosolar B30	Uji F metode ASTM D86-17 dapat digunakan distilasi Biosolar B30 sedangkan Uji T data distilasi Solar kilang dan Biosolar B30 ada perbedaan signifikan.
5	ASTM (2020)	ASTM D86, Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Atmospheric Pressure	Metode ASTM D86	Standar ASTM D86
6	Stratiev et al., (2014)	Evaluation Of Approaches For Conversion Of ASTM Into TBP Distillation Data Of Oil Fractions	Analisis TBP fraksi minyak mentah dengan metode TBP, ASTM D-86, dan ASTM D-2887.	Di antara metode untuk mengubah data distilasi minyak ASTM menjadi TBP, SD (simulation distillation) terbukti paling mendekati TBP.
7	World Wide Fuel Charter (2013)	Fuel	Edisi Ketetapan Bahan Bakar, Alat Distilasi, dan Kategori Gasoline.	Standar Ketetapan Bahan Bakar

Dari beberapa penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan modifikasi pada penerapan posisi ketinggian termometer pada labu distilasi. Percobaan ini menggunakan prinsip pengujian distilasi, yang melibatkan 100 mililiter sampel dengan kondisi uji yang disesuaikan dengan kelompok sampel. Pengujian distilasi ini dilakukan di laboratorium dengan tekanan atmosferik, dan suhu yang diperoleh untuk setiap 10 persen sampel yang telah diperbaiki dicatat sampai dengan titik boiling akhir atau titik akhir.