

# KIMIA

## MINYAK BUMI

### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, kamu diharapkan memiliki kemampuan berikut.

1. Memahami definisi dan pembentukan minyak bumi.
2. Memahami fraksi-fraksi minyak bumi.
3. Memahami proses pengolahan minyak bumi.
4. Memahami pemanfaatan minyak bumi.

### A. Definisi dan Pembentukan Minyak Bumi

**Minyak bumi** yang dalam bahasa Inggris disebut *petroleum*, terdiri atas dua penggalan kata, yaitu *petrus* yang artinya karang dan *oleum* yang artinya minyak. Ilmu tentang minyak bumi atau kimia minyak bumi merupakan ilmu yang mempelajari tentang kelanjutan dari makhluk hidup setelah terkubur selama jutaan tahun. Minyak bumi mengandung senyawa-senyawa yang sangat bervariasi, dari senyawa dengan kerapatan rendah (gas) hingga senyawa dengan kerapatan tinggi (padatan).

Minyak bumi dijuluki sebagai emas hitam, yaitu cairan yang kental, cokelat gelap atau kehijauan yang mudah terbakar, dan berada di lapisan atas kerak bumi. Minyak bumi terdiri atas campuran kompleks berbagai senyawa hidrokarbon yang sebagian besar merupakan kelompok alkana, tetapi bervariasi dalam penampilan, komposisi, dan kemurniannya.

Minyak bumi berasal dari makhluk hidup (tumbuhan dan hewan) yang terkubur selama jutaan tahun melalui proses penguburan. Pada proses penguburan, bahan alam mengalami tiga masa perubahan kimiawi, yaitu masa diagenesis, katagenesis, dan metagenesis.

## 1. Diagenesis

**Diagenesis** merupakan zona tidak matang dengan perengkahan yang tidak terlalu banyak (10%). Masa diagenesis dibagi menjadi tiga bagian, yaitu sebagai berikut.

### a. Diagenesis Dini

Pada masa ini terjadi peralihan dari senyawa yang stabil di permukaan bumi menjadi senyawa yang stabil pada kedalaman ribuan meter dengan suhu sekitar  $40^{\circ}\text{C}$  –  $42^{\circ}\text{C}$ . Pada masa ini juga terbentuk kerogen, yaitu fase dari *petroleum* yang tidak dapat larut dalam pelarut organik dan anorganik.

### b. Diagenesis Pertengahan

Pada masa ini terjadi proses aromatisasi, yaitu senyawa rantai panjang membentuk senyawa aromatik, lingkaran, dan mempunyai ikatan rangkap dengan elektron terdelokalisasi.

### c. Diagenesis Akhir

Pada masa ini terjadi pengikatan logam oleh senyawa organik yang terbentuk pada masa sebelumnya. Minyak bumi terbentuk pada masa ini dan dapat dikenali berdasarkan hasil eksplorasi.

## 2. Katagenesis

**Katagenesis** adalah zona minyak dan gas basah dengan perengkahan yang cukup besar. Pada masa ini terjadi perubahan senyawa kimia yang diakibatkan oleh suhu dan kedalaman penguburan, sehingga terjadi penguraian termal kerogen.

## 3. Metagenesis

Pada masa ini terjadi kerusakan termal dari senyawa (cairan) menjadi residu (padatan). Akibatnya, senyawa organik berubah menjadi senyawa yang kekurangan hidrogen, atau menjadi material bernilai dari senyawa karbon seperti grafit dan intan.

## B. Fraksi Minyak Bumi

Komposisi minyak bumi dapat dipisahkan melalui proses destilasi berdasarkan perbedaan titik didih komponen-komponennya. Komponen-komponen tersebut kemudian dipisahkan dan diolah lagi untuk memperoleh bahan-bahan yang berguna bagi kehidupan sehari-hari, seperti minyak tanah, bensin, lilin, dan sebagainya.

Proses pemisahan komposisi minyak bumi dengan destilasi tidak menghasilkan senyawa tunggal, melainkan kumpulan senyawa dengan isomernya. Hasil pemisahan komposisi ini berupa fraksi-fraksi minyak bumi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

| Fraksi  | Jumlah Atom C | Keterangan  |
|---------|---------------|---|
| Pertama | C1 – C5       | Hidrokarbon rantai pendek berwujud gas yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar (kompor dan kendaraan) atau diolah menjadi bahan lainnya. |
| Kedua   | C6 - C11      | Disebut nafta (gas bumi) yang diolah menjadi bahan bakar seperti bensin.  |
| Ketiga  | C12 – C20     | Fraksi tengah yang dimanfaatkan sebagai minyak tanah dan avtur (bahan bakar pesawat jet).   |
| Keempat | C21 – C30     | Sering disebut solar, yang digunakan sebagai bahan bakar diesel.  |
| Kelima  | C30 – C40     | Fraksi minyak berat, seperti lilin dan pelumas.   |
| Keenam  | > C30         | Fraksi residu, yang dapat dimanfaatkan sebagai aspal.   |

## C. Pengolahan Minyak Bumi

Minyak bumi dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar industri. Bahan dasar ini dipisahkan berdasarkan beberapa proses berikut.

### 1. Reaksi Perengkahan (*Cracking*)

**Cracking** adalah pemecahan senyawa organik rantai panjang menjadi senyawa-senyawa organik rantai pendek. *Cracking* dapat terjadi secara alami atau melalui proses pemanasan langsung. Contoh dari *cracking* adalah proses pemecahan minyak diesel dan minyak pelumas menjadi bensin.

### 2. Reaksi Pengubahan (*Reforming*)

**Reforming** adalah proses pengubahan struktur rantai minyak bumi, yaitu dari rantai dengan mutu yang kurang baik menjadi rantai dengan mutu yang lebih baik dan ekonomis. Contoh *reforming* adalah pengubahan senyawa hidrokarbon rantai lurus menjadi rantai bercabang. Proses pengubahan ini disebut juga isomerisasi.

### 3. Reaksi Alkilasi

**Alkilasi** adalah proses penambahan gugus alkil pada rantai hidrokarbon, sehingga terbentuk rantai yang lebih panjang dan bercabang.

### 4. Reaksi Polimerisasi

**Polimerisasi** adalah pembentukan molekul besar dari pengulangan molekul-molekul yang lebih kecil (monomer). Sebagai contoh, pembentukan plastik polietilen dari monomer etilena melalui polimerisasi adisi. Polimerisasi adisi dilakukan dengan menyambungkan satu rantai etilena dengan rantai etilena berikutnya, dan seterusnya.

Senyawa-senyawa yang diperoleh dari proses-proses tersebut, kemudian dimurnikan dan diolah lebih lanjut untuk menghasilkan bahan-bahan yang dapat dimanfaatkan pada kehidupan sehari-hari.

## D. Pemanfaatan Minyak Bumi

Hasil pengolahan minyak bumi banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Sebagian besar pemanfaatan minyak bumi adalah sebagai bahan bakar. Hal ini dikarenakan senyawa-senyawa alkana yang dihasilkan memiliki sifat mudah terbakar. Berikut adalah contoh-contoh pemanfaatan hasil pengolahan minyak bumi.

### 1. *Liquified Petroleum Gas (LPG)*

**LPG** adalah campuran dari berbagai senyawa hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Komponen utama LPG adalah propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ). Dalam kondisi atmosfer, LPG berwujud gas. Gas-gas yang terkandung dalam LPG tidak berwarna dan sangat mudah terbakar. Oleh karena volume LPG dalam wujud cair lebih kecil dibandingkan dalam wujud gas, maka LPG dipasarkan dalam wujud cair pada tabung logam bertekanan.

Untuk menghindari kemungkinan terjadinya ekspansi panas (*thermal expansion*) dari cairan yang dikandungnya, tabung LPG tidak diisi penuh, hanya sekitar 80–85% dari kapasitasnya.

### 2. Bensin (*gasoline*)

**Bensin atau gasoline** adalah salah satu produk hasil olahan minyak bumi yang sangat populer di masyarakat. Hal tersebut karena banyak digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Bensin memiliki komponen utama yaitu oktana dan *n*-heptana.

Kualitas bensin ditentukan oleh **bilangan oktan**. Bilangan oktan menunjukkan karakteristik anti ketukan yang terjadi pada mesin ketika pembakaran berlangsung. Ketukan (*knocking*) terjadi jika pembakaran tidak berlangsung dengan efisien, sehingga

memperpendek umur mesin. Bensin dengan nilai oktan tinggi memiliki kualitas yang lebih baik, karena jumlah ketukan yang dihasilkan lebih sedikit.

Jenis bensin di Indonesia dengan bilangan oktan masing-masing adalah Premium (oktan 88), Pertalite (oktan 90), Pertamax (oktan 92), Pertamax Plus (oktan 95). Berdasarkan besarnya nilai oktan tersebut, maka bensin dengan kualitas terbaik dimiliki oleh jenis Pertamax Plus.

Usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai oktan pada bensin adalah dengan menambahkan zat aditif yang disebut dengan TEL (*Tetra Ethyl Lead*) dan MTBE (*Methyl Tertiary Butyl Ether*). Namun, penggunaan TEL tidak lagi menjadi pilihan karena bahan tersebut mengandung timbal yang dapat menimbulkan pencemaran udara dan berbahaya bagi kesehatan.

### 3. Minyak Tanah (Kerosin)

**Minyak tanah atau kerosin** adalah cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Kerosin diperoleh dari tahap destilasi minyak bumi pada suhu  $150^{\circ}\text{C} - 275^{\circ}\text{C}$  dengan rentang rantai karbon  $\text{C}_{12}-\text{C}_{20}$ .

Pada umumnya, sebelum produk hasil pengolahan minyak bumi ini didistribusikan ke masyarakat, terlebih dahulu ditambahkan zat pewarna (kuning). Hal tersebut bertujuan agar dapat dengan mudah dibedakan dari air.

### 4. Solar (Diesel)

**Solar atau diesel** umumnya digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin diesel, baik mesin kendaraan maupun mesin industri. Solar diperoleh dari proses destilasi minyak bumi pada suhu  $200^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$ . Solar memiliki sifat tidak berwarna atau sedikit kekuningan, tidak mudah menguap pada suhu normal, dan memiliki kandungan sulfur yang lebih tinggi daripada bensin dan kerosin.

Kualitas solar ditentukan berdasarkan beberapa aspek, yaitu pembakarannya yang hanya menimbulkan sedikit ketukan, mudah terbakar, kekentalannya, kandungan sulfur yang sekecil mungkin, dan kestabilannya (tidak berubah dalam segi kualitas dan bentuk saat disimpan).

Solar dapat dibedakan berdasarkan **bilangan cetane**, yaitu bilangan yang menunjukkan kemampuan pembakaran serta kemampuan mengontrol jumlah ketukan yang terjadi pada mesin. Semakin tinggi bilangan cetane pada solar, semakin tinggi pula kualitas solar tersebut. Umumnya, jumlah bilangan cetane pada solar yang digunakan sebagai bahan bakar mesin kendaraan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah bilangan cetane pada solar untuk mesin-mesin industri.

## 5. Aspal

**Aspal** adalah hidrokarbon yang bersifat kental dan melekat (adhesif), berwarna cokelat hitam, tahan terhadap air, serta mengandung sulfur, oksigen, dan klor yang sangat tinggi. Aspal berasal dari fraksi berat minyak bumi (residu) yang diolah menjadi dua jenis, yaitu aspal padat dan aspal cair. Fungsi utama aspal pada jalan raya adalah untuk mengikat batuan agar tidak terlepas dari permukaan jalan, sebagai bahan pelapis dan perekat, serta sebagai pengisi ruang kosong antara agregat kasar, agregat halus, dan agregat filter.

## 6. Etena (Etilena)

**Etena** adalah salah satu gas yang dihasilkan dari *cracking* bahan mentah yang berasal dari minyak bumi. Salah satu pemanfaatan etena adalah sebagai bahan dasar pembuatan plastik polietena.

Polietena dibuat melalui proses polimerisasi adisi molekul-molekul etena. Polietena dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *Low Density Polyethene* (LDPE) dan *High Density Polyethene* (HDPE). Kedua jenis polietena ini memiliki karakteristik dan manfaat yang berbeda-beda.

### a. *Low Density Polyethene* (LDPE)

Secara umum, mekanisme pembuatan LDPE adalah sebagai berikut.

#### 1.) Pengubahan Wujud

Etena yang berwujud gas diubah dahulu menjadi etena yang berwujud cair dengan memberikan tekanan tinggi (kompresi).

#### 2.) Inisiasi Reaksi

Reaksi polimerisasi memerlukan inisiator untuk memulai reaksinya. Inisiator yang digunakan adalah senyawa yang mudah terurai oleh panas atau cahaya membentuk radikal, seperti peroksida organik dengan radikal  $R^*$  ( $R$  untuk alkil). Radikal ini akan bereaksi dengan etena membentuk radikal  $R-CH_2-CH_2^*$ . Adanya radikal  $R-CH_2-CH_2^*$  memungkinkan reaksi terus berlanjut hingga terbentuk molekul yang lebih panjang.

#### 3.) Propagasi

Pada tahap ini, terjadi pelengkungan rantai, sehingga ujung rantai radikal dapat memindahkan atom H pada  $CH_2$  di tengah rantai. Akibatnya, atom C pada  $CH_2$  di tengah rantai memiliki elektron bebas yang dapat digunakan untuk berikatan dengan molekul etena.

Ikatan yang terjadi dengan molekul etena mengakibatkan adanya percabangan pada rantai. Percabangan pada rantai menyebabkan susunan polimer menjadi lebih acak dan jumlah rantai panjang menjadi berkurang, sehingga kerapatan polimer menjadi lebih rendah.

4.) Terminasi

Reaksi akan berhenti jika terjadi penggabungan rantai-rantai polimer radikal.

b. *High Density Polyethene* (HDPE)

Pembuatan HDPE dilakukan dengan menggunakan **katalis Ziegler-Natta**, yaitu campuran senyawa dengan logam dasar Al-Ti. Penggunaan katalis memungkinkan reaksi berlangsung pada suhu rendah (kurang dari 60°C) dengan tekanan biasa. Reaksi berlangsung pada permukaan katalis dengan molekul etena mengalami adisi pada ujung rantainya. Metode ini dapat mengurangi percabangan pada rantai, sehingga rantai dapat tersusun dengan lebih teratur dan kerapatan polimer menjadi lebih tinggi.

## 7. Propena

**Propena** adalah senyawa yang berasal dari deret homolog yang sama dengan etena, yaitu suatu alkena dengan jumlah atom C sebanyak 3. Polipropena diperoleh dari polimerisasi adisi propena. Berbeda dengan plastik berbahan polietena, plastik polipropena memiliki sifat bahan yang kaku, tetapi ringan. Hal ini dikarenakan polipropena memiliki berat jenis yang rendah. Polipropena mempunyai ketahanan yang baik terhadap bahan kimia dan panas, serta tidak mudah retak. Plastik polipropena banyak dimanfaatkan untuk alat-alat elektronik seperti komponen pada mesin cuci, alat-alat rumah sakit, komponen mobil, tali, bahan pembuat karung, dan pembungkus tekstil.