

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PROSES PEMBENTUKAN DAN KOMPOSISI MINYAK BUMI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu menjelaskan pembentukan minyak bumi dan komposisi penyusun minyak bumi.

B. Uraian Materi

1. Proses Pembentukan Minyak Bumi

Pernahkah kalian melihat anjungan minyak bumi lepas pantai? Minyak bumi diperoleh dari pengeboran permukaan bumi hingga mencapai sumbernya. Darimana minyak bumi itu terbentuk?



Gambar 1. Proses Pembentukan Minyak Bumi dan Pengeboran Minyak Bumi

Minyak bumi dikenal dengan sebutan bahan bakar fosil. Minyak bumi merupakan bahan bakar yang berasal dari fosil. Jasad renik organisme yang hidup di lautan. Ketika organisme tersebut mati, sisa-sisa tubuhnya akan mengendap di dasar lautan & tertutupi lumpur. Pengaruh tekanan dan temperature tinggi mengubah lumpur menjadi lapisan bebatuan. Setelah jutaan tahun, bakteri anaerob akan menguraikan sisa-sisa organisme tersebut dan mengubahnya menjadi minyak bumi. Seiring dengan terjadinya reaksi penguraian, gas alam pun terbentuk. Gas alam terletak di atas lapisan minyak bumi. Minyak bumi tersebut terperangkap diantara lapisan batuan di dasar lautan. Minyak bumi dapat berpindah dari suatu daerah ke daerah lain dan terdeposit di suatu tempat jika terhalang oleh lapisan yang kedap zat cair dan gas (impervious layer). Jadi kesimpulannya minyak bumi terbentuk selama jutaan tahun ketika pada masa purba, tanaman dan hewan laut kecil (mikroorganisme) mati lalu terkubur di lapisan pasir dan batuan. Minyak bumi akan bergerak melalui batuan berpori dan akan terakumulasi ketika mencapai lapisan batuan keras, menghasilkan minyak bumi.

2. Komposisi Minyak Bumi

Minyak bumi hasil eksplorasi (pengeboran) masih berupa minyak mentah atau crude oil. Minyak mentah ini mengandung berbagai zat kimia berwujud gas, cair, dan padat. Apa saja yang terkandung dalam minyak bumi? Komponen utama minyak bumi adalah senyawa hidrokarbon, baik alifatik, alisiklik, maupun aromatik. Kadar unsur karbon dalam minyak bumi dapat mencapai 50%-85%,

sedangkan sisanya merupakan campuran unsur hydrogen dan unsur-unsur lain. Misalnya, nitrogen (0-0,5%), belerang (0-6%), dan oksigen (0-3,5%).

- a. Senyawa hidrokarbon alifatik rantai lurus
Senyawa hidrokarbon alifatik rantai lurus biasa disebut alkana atau normal parafin. Senyawa ini banyak terdapat dalam gas alam dan minyak bumi yang memiliki rantai karbon pendek. Contoh: Etana Propana.
- b. Senyawa hidrokarbon bentuk siklik
Senyawa hidrokarbon siklik merupakan senyawa hidrokarbon golongan sikloalkana atau sikloparafin. Senyawa hidrokarbon ini memiliki rumus molekul sama dengan alkena, tetapi tidak memiliki ikatan rangkap dua dan membentuk struktur cincin. Dalam minyak bumi, antarmolekul siklik tersebut kadang-kadang bergabung membentuk suatu molekul yang terdiri atas beberapa senyawa siklik.
- c. Senyawa Hidrokarbon Alifatik Rantai Bercabang
Senyawa golongan isoalkana atau isoparafin. Jumlah senyawa hidrokarbon ini tidak sebanyak senyawa hidrokarbon alifatik rantai lurus dan senyawa hidrokarbon bentuk siklik.
- d. Senyawa Hidrokarbon Aromatik
Senyawa hidrokarbon aromatik merupakan senyawa hidrokarbon yang berbentuk siklik segienam, berikatan rangkap dua selang-seling, dan merupakan senyawa hidrokarbon tak jenuh. Pada umumnya, senyawa hidrokarbon aromatik ini terdapat dalam minyak bumi yang memiliki jumlah atom C besar.

Minyak bumi ditemukan bersama-sama dengan gas alam. Minyak bumi hasil pengeboran masih berupa minyak mentah (crude oil) yang kental dan hitam. Crude oil ini terdiri dari campuran hidrokarbon yaitu: Alkana merupakan fraksi yang terbesar di dalam minyak mentah. Senyawa alkana yang paling banyak ditemukan adalah n-oktana dan isooktana (2,2,4-trimetil pentana) Hidrokarbon aromatis C_nH_{2n-6} diantaranya adalah etil benzene yang memiliki cincin 6 (enam).

Dalam minyak bumi terdapat juga kandungan selain senyawa hidrokarbon dalam jumlah sedikit, diantaranya : belerang (0,01-0,7%); nitrogen (0,01-0,9%); oksigen (0,06-0,4%); karbondioksida; dan hidrogen sulfida.

C. Rangkuman

1. Minyak bumi terbentuk selama jutaan tahun ketika pada masa purba, tanaman dan hewan laut kecil (mikroorganisme) mati lalu terkubur di lapisan pasir dan batuan. Minyak bumi akan bergerak melalui batuan berpori dan akan terakumulasi ketika mencapai lapisan batuan keras, menghasilkan minyak bumi.
2. Hidrokarbon yang terkandung dalam minyak bumi terutama adalah alkana, sedangkan sisanya adalah sikloalkana, alkena, alkuna, dan senyawa aromatik. Komponen kecil lainnya selain hidrokarbon adalah senyawa-senyawa karbon yang mengandung oksigen, belerang, ataupun nitrogen.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Teknik Pemisahan Fraksi-fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu mendeskripsikan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi dan kegunaannya.

B. Uraian Materi

Tentu tidak asing bagi kalian bagaimana minyak bumi digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti LPG untuk memasak di dapur, bensin untuk bahan bakar kendaraan bermotor, oli digunakan untuk pelumas berbagai mesin kendaraan dan pelapisan jalan menggunakan aspal.



LPG

Bensin

Oli

Aspal

Gambar 1. Pemanfaatan minyak bumi

Minyak bumi adalah minyak mentah (*crude oil*) berwujud cairan kental berwarna hitam yang belum dapat dimanfaatkan. Kemudian agar dapat dimanfaatkan, minyak bumi harus mengalami proses pengolahan dahulu. Pengolahan minyak bumi dilakukan dengan kilang minyak yang melalui dua tahap. Pengolahan tahap pertama (*primary processing*) dilakukan dengan cara distilasi bertingkat (fraksinasi) dan pengolahan tahap kedua (*secondary processing*) dilakukan dengan berbagai cara.

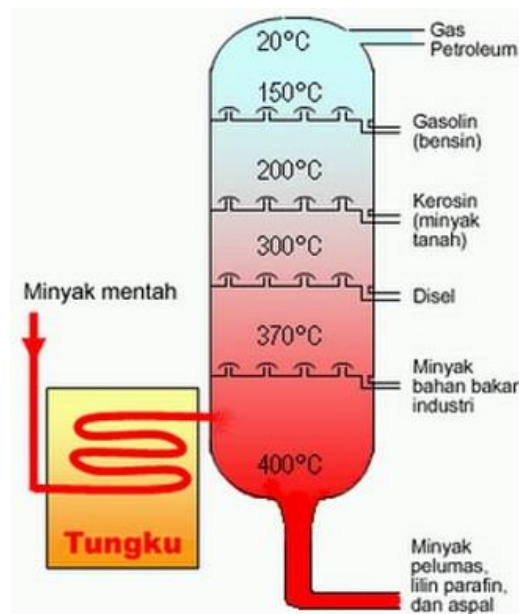
1. Teknik Pemisahan Fraksi-fraksi Minyak Bumi

Minyak bumi merupakan campuran senyawa-senyawa hidrokarbon. Untuk dapat dimanfaatkan perlu dipisahkan melalui distilasi bertingkat, yaitu cara pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didihnya pada kolom bertingkat. Komponen utama minyak bumi dan gas alam adalah alkana.

Gas alam mengandung 80% metana, 7% etana, 6% propana, 4% butana dan isobutana, sisanya pentana. Untuk dapat dimanfaatkan gas propana dan butana dicairkan yang dikenal sebagai LNG (*Liquid Natural Gas*). Karena pembakaran gas alam murni lebih efisien dan sedikit polutan, maka gas alam banyak digunakan untuk bahan bakar industri dan rumah tangga. Dalam tabung kecil sering digunakan untuk kemah, barbekyu, dan pemantik api. LNG juga banyak digunakan untuk bahan dasar industri kimia seperti pembuatan metanol dan pupuk.

Senyawa penyusun minyak bumi: alkana, sikloalkana, dan senyawa aromatik. Disamping itu terdapat pengotor berupa senyawa organik yang mengandung S, N, O, dan organo logam. Dari hasil distilasi bertingkat diperoleh fraksi-fraksi LNG, LPG, petroleum eter, bensin, kerosin, solar, oli, lilin, dan aspal.

Senyawa hidrokarbon parafinik dan aromatik mempunyai trayek didih masing-masing, dimana panjang rantai hidrokarbon berbanding lurus dengan titik didih dan densitasnya. Semakin panjang rantai hidrokarbon maka trayek didih dan densitasnya semakin besar. Jumlah atom karbon dalam rantai hidrokarbon bervariasi.



Gambar. Fraksinasi Minyak Bumi

2. Fraksi Minyak Bumi dan Kegunannya

Pada dasarnya, sebelum didapatkan fraksi-fraksi minyak bumi yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan. Minyak mentah telah mengalami proses pemisahan dan cracking. Dalam proses pemisahan ini, pada prinsipnya minyak mentah yang merupakan campuran semua komponen akan dipisahkan masing-masing komponennya yang berupa hidrokarbon berdasarkan perbedaan titik didih.

Minyak mentah dipanaskan dengan suhu tertentu sehingga komponen yang diinginkan menguap pada suhu didihnya. Ketika komponen telah menguap, maka uap akan masuk ke pipa kondensasi sehingga akan mengalami pendinginan.

Dalam pipa kondensasi, uap dingin akan berubah menjadi fase cair kembali dan dihasilkan minyak yang lebih murni. Pada hasil pemanasan didapatkan residu yang juga merupakan produk dari pengolahan minyak bumi itu sendiri.

Tabel 1. Fraksi hidrokarbon yang didapatkan dari distilasi bertingkat

Nama	Rantai C	Jarak Titik Didih	Kegunaan
1. Gas	$C_1 - C_4$	$< 25\text{ }^\circ\text{C}$	Gas LPG
2. Gasolin	$C_4 - C_{12}$	$20 - 200\text{ }^\circ\text{C}$	Bahan bakar kendaraan bermotor
4. Kerosin	$C_{10} - C_{14}$	$174 - 275\text{ }^\circ\text{C}$	Bahan bakar kompor
5. Minyak disel	$C_{14} - C_{19}$	$200 - 400\text{ }^\circ\text{C}$	Bahan bakar mesin disel, atau solar
6. Minyak mineral	$C_{19} - C_{35}$	$350\text{ }^\circ\text{C}$	Minyak pelumas atau oli
7. Minyak bakar	> 20	$> 400\text{ }^\circ\text{C}$	Bahan bakar untuk industri, kapal laut
8. Parafin	> 35	padat	Lilin
9. Bitumen	> 35	padat	Aspal jalan, atap rumah

Sumber: Michael Lewis, *Thinking Chemistry*

Adapun beberapa jenis fraksi minyak bumi dan kegunaannya secara umum, antara lain sebagai berikut;

a. **Fraksi Ringan Gas**

Fraksi pertama pada minyak bumi yaitu berwujud gas dimana fraksi ini berupa senyawa dengan berat molekul yang ringan sehingga volatil atau mudah menguap dan pada saat proses pemanasan akan menguap terlebih dahulu dibandingkan fraksi lain. Pada keadaan minyak mentah hasil tambang, gas ini terlarut dalam minyak bumi karena faktor tekanan tinggi sehingga menyebabkan gas dapat terlarut.

Pada saat pengolahan, gas menjadi fraksi pertama yang keluar dengan berbagai alasan tersebut. Gas yang pada umumnya dihasilkan oleh minyak bumi yaitu contohnya gas propana dan gas butana. Kegunaan fraksi gas ini yaitu digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak (LPG) yang tersusun dari propana dan butana.

b. **Petroleum Eter (PE)**

Petroleum eter merupakan fraksi hasil pengolahan minyak bumi yang banyak digunakan sebagai pelarut yang bersifat non-polar dalam reaksi kimia.

Pada umumnya, pelarut ini digunakan dalam proses ekstraksi senyawa organik tertentu ataupun sebagai media reaksi menggunakan reagen tertentu. Sebagai fraksi minyak bumi, petroleum eter memiliki titik didih yang juga cukup rendah yaitu sekitar 30-40 sehingga zat ini juga akan menguap terlebih dahulu pada proses pengolahan. Petroleum eter ini memiliki struktur berupa hidrokarbon alkana dengan panjang rantai karbon 5-6.

c. **Bensin (Gasoline)**

Fraksi selanjutnya yaitu bensin dimana fraksi ini menjadi hasil olahan minyak bumi yang paling besar dan paling banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Bensin merupakan senyawa olahan minyak bumi dengan struktur senyawa hidrokarbon alkana dengan jumlah rantai karbon sebanyak 6-9 karbon. Bensin memiliki titik didih yang lebih tinggi dari fraksi sebelumnya

yaitu 90-175 sehingga memerlukan pemanasan pada suhu tersebut untuk memisahkan fraksi ini.

Bensin banyak digunakan dalam kehidupan manusia sebagai bahan bakar alat transportasi. Dalam bensin juga dikenal angka oktan yang merupakan bilangan untuk menunjukkan presentasi komponen struktur isooktana dibandingkan n-heptana dalam bensin.

d. Nafta

Hasil olahan minyak bumi yang lain yaitu nafta yang merupakan senyawa dengan titik didih 175-200 sehingga senyawa ini bisa didapatkan setelah memisahkan kandungan bensin atau gasoline dalam minyak mentah. Secara struktur, nafta merupakan hidrokarbon alkana dengan panjang rantai karbon 9-12 yang berupa campuran.

Fraksi minyak bumi ini banyak digunakan sebagai bahan pembuatan atau sintesis senyawa dalam produk cat, kosmetik, plastik, karet, detergen, dan lain sebagainya.

e. Minyak Tanah (Kerosin)

Setelah nafta, fraksi olahan minyak bumi di atasnya lagi yaitu kerosin atau yang kita kenal dengan minyak tanah. Minyak tanah memiliki titik didih 175-275 sehingga suhunya relatif cukup dekat dengan titik didih dari nafta sehingga kedua fraksi ini memang membutuhkan proses yang lebih kompleks untuk memisahkannya.

Dalam pengolahannya, minyak tanah bisa didapatkan secara murni melalui distilasi fraksinasi untuk memisahkannya dengan komponen lainnya. Minyak tanah memiliki struktur kimia yaitu hidrokarbon alkana dengan panjang rantai karbon 12-15 atom. Fraksi minyak tanah ini banyak digunakan sebagai bahan bakar kompor tradisional. Selain minyak tanah, dalam fraksi ini juga terdapat avtur yang digunakan sebagai bahan bakar pesawat.

f. Solar

Solar menjadi fraksi lain dari minyak bumi yang juga digunakan sebagai bahan bakar kendaraan. Fraksi solar ini memiliki titik didih 250-375 sehingga fraksi ini hanya bisa didapatkan dan dipisahkan dari minyak mentah melalui pemanasan pada suhu tersebut.

Dalam solar merupakan fraksi dengan struktur kimia campuran antara hidrokarbon alkana dengan rantai karbon 15-17 atom. Karena strukturnya yang berupa rantai panjang membuat solar menjadi tidak mudah menguap. Solar digunakan sebagai bahan bakar dalam industri dan juga sebagai bahan bakar mesin berjenis diesel.

g. Pelumas (Oli)

Jika kita sering menggunakan pelumas pada kendaraan, ternyata pelumas tersebut juga merupakan salah satu hasil fraksi pengolahan minyak bumi. Pelumas menjadi fraksi minyak bumi dengan komponen berupa hidrokarbon alkana dengan panjang rantai karbon 18-20 atom.

Pelumas memiliki sifat yang licin dan dapat melumasi sehingga pemanfaatan senyawa ini yaitu digunakan sebagai pelumas atau oli dalam berbagai mesin kendaraan, selain itu juga banyak digunakan untuk melindungi komponen yang berasal dari logam saat terjadinya gesekan.

Pelumas didapatkan melalui pemanasan minyak mentah dengan suhu 350-500 sehingga menguap dan akan dikondensasi menjadi pelumas.

h. Lilin

Lilin merupakan hasil pengolahan minyak bumi lainnya dimana struktur lilin memiliki panjang rantai karbon alkana berjumlah lebih dari 20 atom karbon. Fraksi ini didapatkan dari minyak mentah melalui pemanasan pada titik didihnya yaitu suhu di atas 350.

Suhu tersebut memang cukup tinggi sehingga membutuhkan energi yang juga tinggi untuk memisahkan fraksi ini dari minyak mentah. Lilin seperti yang kita ketahui memiliki banyak manfaat pada kehidupan manusia, seperti digunakan sebagai korek api, bahan dalam pembuatan batik, sebagai lilin, pelapis kertas untuk makanan, dan lain sebagainya.

i. Minyak Bakar (Fuel Oil)

Minyak bakar merupakan hasil dari distilasi minyak bumi mentah sebelum terbentuknya residu pada destilat atau bisa dikatakan minyak bakar menjadi fraksi akhir pada pengolahan minyak bumi. Orang juga biasa menyebut minyak bakar ini dengan sebutan fuel oil yang mungkin tidak asing.

Secara umum, minyak bakar banyak digunakan sebagai bahan bakar pengapian dalam industri besar seperti PLTU. Struktur minyak bakar memiliki hidrokarbon alkana dengan jumlah atom karbon yang cukup panjang yaitu lebih dari 20 atom karbon.

j. Aspal

Aspal merupakan hasil residu dari pengolahan minyak bumi dimana residu ini dihasilkan dari sisa distilasi minyak mentah. Setelah melalui proses pemisahan dengan pemanasan pada titik didihnya, minyak bumi akan menghasilkan berbagai fraksi yang telah disebutkan di atas.

Lalu sisa komponen yang tidak menguap pada suhu tersebut akan menjadi residu. Salah satunya yaitu aspal yang memiliki titik didih sangat tinggi yaitu di atas 500 sehingga pada pemanasan dibawah suhu tersebut aspal akan tetap tidak menguap. Aspal banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan jalan raya, selain itu juga dapat digunakan sebagai isolator.

Hasil pengolahan minyak bumi yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Mungkin kita sangat sering menemukan istilah beberapa fraksi di atas yang lekat dalam kehidupan sehari-hari namun tidak kita ketahui kalau bahan itu merupakan salah satu fraksi minyak bumi, seperti bensin, minyak, pelumas, aspal, dan lain lain. Sebagai pengguna, kita juga harus mengetahui fraksi-fraksi yang menyusun minyak bumi, proses pemisahannya, karakteristiknya, serta manfaatnya. Namun penggunaan minyak bumi yang berlebihan juga akan menyebabkan dampak negatif karena pada dasarnya minyak bumi bukanlah sumber daya terbarukan.

Oleh karena itu, selain mempelajari minyak bumi diperlukan juga sumber daya energi alternatif lain yang terbarukan sehingga kita tidak lagi bergantung pada keberadaan minyak bumi.

C. Rangkuman

1. Minyak bumi merupakan campuran senyawa-senyawa hidrokarbon. Untuk dapat dimanfaatkan perlu dipisahkan melalui distilasi bertingkat, yaitu cara pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didihnya pada kolom bertingkat (distilasi bertingkat).
2. Fraksi-fraksi minyak bumi, antara lain: gas, petroleum eter, bensin/gasoline, nafta, kerosin, solar, oli, parafin, dan aspal.