



MODUL
TEMA 15

Berpadu dan Bersenyawa

KIMIA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020



MODUL
TEMA 15

Berpadu dan Bersenyawa

KIMIA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020

Kimia Paket C Setara SMA/MA Kelas XII
Modul Tema 15 : Berpadu dan Bersenyawa

- **Penulis:** Yuniarti Ida Nursanti, ST
- **Editor:** Dr. Samto; Dr. Subi Sudarto
Dra. Maria Listiyanti; Dra. Suci Paresti, M.Pd.; Apriyanti Wulandari, M.Pd.
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus–Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah–Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

iv+ 76 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, 1 Juli 2020
Plt. Direktur Jenderal



Hamid Muhammad

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Pengantar Modul	1
Petunjuk Penggunaan Modul	2
Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul	3
UNIT 1 SENYAWA KARBON DI RUMAHKU	4
A. Alkohol (Alkanol) dan Eter (Alkoksi Alkana)	6
B. Aldehid (Alkanal) dan Keton (Alkanon)	15
C. Asam Karboksilat (Asam Alkanoat) dan Ester (Alkil Alkanoat)	21
Latihan	27
UNIT 2 MENGABADIKAN ATAU MENGHANCURKAN	31
A. Benzena dan Turunannya	31
Latihan	39
UNIT 3 DARI UJUNG KAKI SAMPAI UJUNG RAMBUT	42
A. Polimer	43
B. Pembuatan Polimer	44
C. Penggolongan Polimer	46
D. Plastik	46
E. Karbohidrat	47
F. Protein	51
Penugasan 1	54
G. Lemak dan Minyak	55
Penugasan 2	58
Latihan	59
Rangkuman	61
Uji Kompetensi	63
Kunci Jawaban dan Penilaian	66
Kriteria Pindah Modul	74
Saran Referensi	75
Daftar Pustaka	75
Profil Penulis	76



Berpadu dan Bersenyawa



Pengantar Modul

Pada Modul 6 Mengelola Bahan Bakar Fosil Menuju Langit Biru, Paket C setara Kelas X, Anda telah mempelajari senyawa hidrokarbon yang alkana, alkena, dan alkuna. Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa karbon yang paling sederhana, hanya tersusun dari atom hidrogen dan atom karbon. Hingga saat ini telah dikenal lebih dari 2 (dua) juta senyawa karbon. Mengapa senyawa karbon banyak sekali jumlahnya? Banyaknya jumlah senyawa karbon baik yang terdapat di alam maupun yang berhasil disintesis, disebabkan oleh kekhasan atom karbon yang dapat membentuk ikatan kovalen tunggal dan rangkap serta dapat membentuk rantai karbon panjang lurus, bercabang, dan melingkar.

Senyawa karbon dapat dikelompokkan berdasarkan gugus fungsi yang dimilikinya. Gugus fungsi adalah gugus atom atau molekul yang berperan pada sifat kimia suatu senyawa. Berdasarkan gugus fungsi, senyawa karbon turunan alkana dikelompokkan ke dalam senyawa alkanol dan eter, aldehid dan keton serta ester dan asam karboksilat. Selain senyawa karbon turunan alkana,

terdapat pula senyawa karbon lain yang tidak hanya tersusun dari atom karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) tetapi juga yang mengandung atom nitrogen (N), sulfur (S), dan unsur lainnya. Senyawa karbon tersebut adalah benzena dan turunannya serta makromolekul yang mencakup polimer, karbohidrat, dan protein serta lemak. Karbon merupakan komponen terbesar dalam senyawa karbon.

Modul 15 “Berpadu dan Bersenyawa” dibagi ke dalam 3 (tiga) unit, yaitu:

Unit 1 Senyawa Karbon di Rumahku, membahas senyawa karbon turunan alkana yang meliputi: alkanol dan eter, aldehid dan keton serta ester dan asam karboksilat.

Unit 2 Mengabadikan atau menghancurkan, membahas benzena dan turunannya

Unit 3 Dari Ujung Kaki Sampai Ujung Rambut, membahas makromolekul mencakup polimer alam (karbohidrat dan protein), dan polimer buatan (sintetis) termasuk plastik, dan lemak.

Petunjuk Penggunaan Modul

1. Bacalah tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda fokus dalam mempelajari materi modul.
2. Bacalah pengantar modul dengan cermat agar Anda memahami isi modul secara keseluruhan
3. Pelajarilah materi kimia di modul ini secara berurutan dan bersungguh-sungguh serta tanyakan kepada tutor apabila ada materi yang belum dipahami.
4. Kerjakan setiap penugasan dan latihan soal pada modul ini. Jika mengalami kesulitan tanyakan kepada tutor. Selanjutnya cocokkan jawaban anda dengan rubrik atau kunci jawaban di bagian belakang modul ini. Untuk mengetahui ketuntasan belajar Anda, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\frac{\text{Jumlah Soal yang Dijawab Benar}}{\text{Jumlah Seluruh Soal}} \times 100$$

5. Batas ketuntasan minimal adalah 75%. Jika nilai yang Anda peroleh minimal 75% berarti Anda dianggap sudah tuntas dan menguasai materi modul ini maka Anda diperkenankan untuk lanjut mempelajari materi berikutnya. Sebaliknya, jika perolehan nilai Anda belum mencapai 75% maka Anda perlu mempelajari lagi materi modul dan ulangi mengerjakan tugas-tugas dan latihan.



Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul

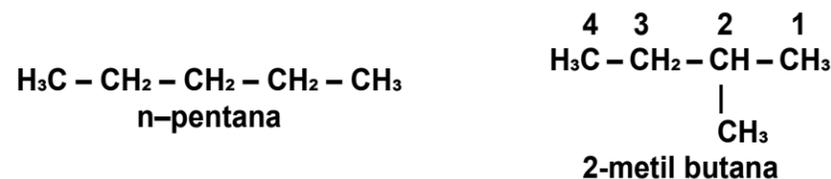
Tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul 15 “Berpadu dan Bersenyawa” peserta didik mampu:

1. Memahami gugus fungsi pada senyawa karbon turunan alkana, tatanama, sintesis, sifat senyawa dan kegunaannya dalam kehidupan,
2. Menuliskan struktur dan memberi nama senyawa karbon turunan alkana menurut aturan IUPAC dan nama trivial,
3. Mengidentifikasi senyawa karbon yang terdapat di rumah dan lingkungan sekitar, mengenal sifat dan kegunaannya serta memanfaatkan secara bijak dan bertanggung jawab,
4. Memahami senyawa benzena dan turunannya, sifat dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari serta dampaknya,
5. Menjelaskan polimer alam dan polimer buatan yang terbuat dari monomer, jenis polimer, sifat, dan kegunaannya,
6. Bersikap peduli lingkungan dengan mengelola sampah plastik secara bertanggung jawab. Menjelaskan sifat dan kegunaan karbohidrat, protein, dan lemak serta menerapkan pola hidup sehat dengan mengonsumsi karbohidrat dan lemak sesuai kebutuhan tubuh.

Senyawa karbon sangat akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Anda tentu mengenal alkohol 70%, cuka dapur (asam asetat), plastik, serat kain, minyak, gula, protein, obat-obatan, dan gas (LPG) sebagai bahan bakar untuk memasak serta essence untuk memberi rasa atau aroma pada makanan dan minuman, misalnya aroma apel (metil butirat), aroma pisang (amil asetat), dan aroma nanas (etil butirat). Bahan kimia tersebut merupakan contoh senyawa karbon yang ada di rumah kita.

Senyawa karbon tersusun dari atom **karbon** (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), sulfur (S), dan unsur lainnya. Karbon merupakan komponen terbesar dalam senyawa karbon. Hingga saat ini telah dikenal lebih dari dua juta senyawa hidrokarbon. Mengapa senyawa hidrokarbon banyak sekali jumlahnya? Banyaknya jumlah senyawa hidrokarbon baik yang terdapat di alam maupun yang berhasil disintesis, disebabkan karena kekhasan atom karbon yang dapat membentuk ikatan kovalen tunggal dan rangkap serta dapat membentuk rantai karbon panjang lurus, bercabang, dan melingkar.

Pada Modul 6 *Mengelola Bahan Bakar Fosil Menuju Langit Biru* di Kelas XI, Anda sudah belajar tentang senyawa hidrokarbon, yang meliputi: alkana, alkena, dan alkuna. Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa karbon yang paling sederhana, hanya tersusun dari atom hidrogen dan atom karbon. Anda tentu masih ingat alkana, alkena, dan alkuna bukan? Untuk menyegarkan kembali ingatan Anda, perhatikan contoh struktur dan tatanama alkana berikut ini!



Pada unit 1 ini Anda akan belajar senyawa karbon turunan alkana. Alkana merupakan senyawa hidrokarbon alifatik jenuh. Senyawa turunan alkana merupakan senyawa yang dianggap berasal dari alkana, di mana salah satu atau beberapa atom hidrogen pada alkana diganti oleh atom atau gugus fungsi. Setiap gugus fungsi akan memberikan ciri khas pada sifat fisik dan sifat kimia senyawa. Senyawa karbon dikelompokkan berdasarkan gugus fungsi yang dimilikinya. Senyawa yang memiliki gugus fungsi yang sama akan memiliki sifat yang mirip. Gugus fungsi merupakan bagian yang paling reaktif ketika senyawa karbon bereaksi dengan zat lain.

Senyawa hidrokarbon hanya mengandung atom H dan atom C dikelompokkan menjadi alkana, alkena, alkuna, sikloalkana dan sikloalkena berdasarkan ikatan antar atom C pada rantai karbon. Sedangkan senyawa yang mengandung atom C, H dan O dikelompokkan menjadi alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat dan ester. Beberapa gugus fungsi yang lazim dimiliki senyawa karbon ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Gugus Fungsi

Nama Golongan	Gugus Fungsi	Struktur Umum	Rumus Molekul
Alkena			C_nH_{2n}
Alkuna			C_nH_{2n-2}
Alkohol		$R - OH$	$C_nH_{2n+2}O$
Eter		$R - O - R$	$C_nH_{2n+2}O$
Aldehid		$R - C(=O)H$	$C_nH_{2n}O$
Keton		$R - C(=O) - R$	$C_nH_{2n}O$
Asam Karboksilat		$R - C(=O)OH$	$C_nH_{2n}O_2$
Ester		$R - C(=O) - O - R$	$C_nH_{2n}O_2$

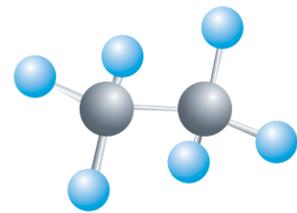
Berikut ini dibahas senyawa karbon turunan alkana yang meliputi: alkohol dan eter, aldehid dan keton serta ester dan asam karboksilat.

A. Alkohol (Alkanol) dan Eter (Alkoksi Alkana)

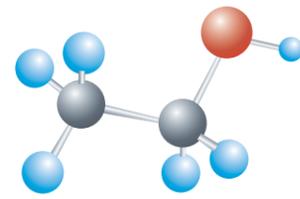
Alkohol (alkanol) dan eter (alkoksi alkana) merupakan senyawa turunan dari alkana, mempunyai rumus molekul sama, yaitu $C_nH_{2n+2}O$ tetapi memiliki gugus fungsi yang berbeda. Gugus fungsi alkohol adalah $-OH$ dan gugus fungsi eter adalah $-O-$. Alkohol dan eter disebut berisomer fungsi.

1. Alkohol (alkanol)

Struktur Alkohol diperoleh dengan menggantikan satu atom H dengan gugus $-OH$. Penamaan alkohol juga disesuaikan dengan nama alkana dengan mengubah huruf akhir **a** pada alkana dengan **ol**. Misalkan metana menjadi metanol.



etana (C_2H_6)

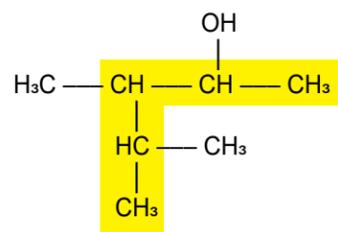


etanol (C_2H_5OH)

a. Tatanama alkohol

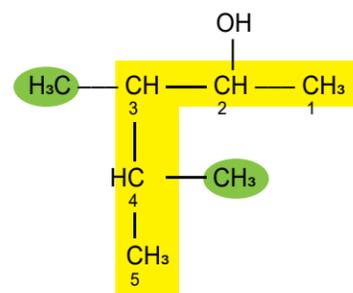
Penamaan alkohol mengikuti sistem IUPAC dengan aturan sebagai berikut:

- 1) Tentukan rantai karbon terpanjang yang mengandung gugus $-OH$. Rantai terpanjang merupakan rantai utama diberi nama sesuai dengan nama alkana, huruf terakhir "a" diganti dengan "ol".



2-pentanol

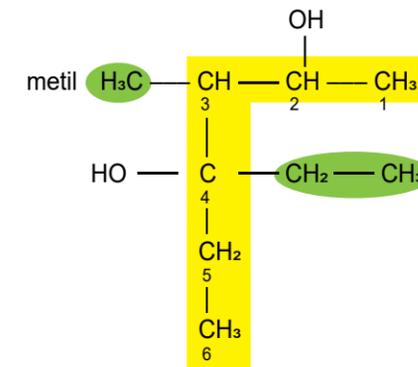
- 2) Semua atom karbon di luar rantai utama dinamakan cabang, diberi nama alkil sesuai jumlah atom C.



3,4 dimetil-2-pentanol

Rantai utama diberi nomor dari ujung terdekat dengan gugus $-OH$.

- 3) Urutan pemberian nama: nomor cabang-nama alkil- nomor gugus OH - nama rantai utama. Jika cabang lebih dari satu, diurutkan sesuai abjad maka nama senyawa adalah **3,4 dimetil-2-pentanol**
- 4) Jika terdapat lebih dari satu gugus $-OH$ pada molekul yang sama (polihidroksil alkohol), digunakan akhiran diol, triol, dan seterusnya. Dalam hal ini akhiran **a** pada alkana rantai utama tetap dipakai. Pada contoh berikut terdapat dua buah cabang, yaitu etil di nomor 4 dan metil di nomor 3.



3,4 dimetil-2-pentanol

Tatanama trivial digunakan sebelum kesepakatan sistem IUPAC. Umumnya tatanama trivial alkohol dengan cara menyebutkan nama alkil diakhiri dengan alkohol. Berikut beberapa nama trivial dan sistem IUPAC untuk alkohol.

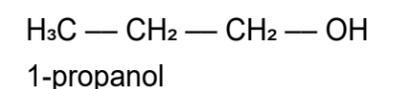
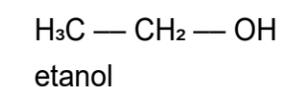
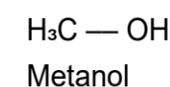
Struktur	$H_3C - CH_2 - OH$	$H_3C - \underset{\substack{ \\ OH}}{CH} - CH_3$	$H_3C - \underset{\substack{ \\ OH}}{CH_2} - CH - CH_3$	$\begin{matrix} OH & OH \\ & \\ H_2C & - & CH_2 \end{matrix}$
Nama IUPAC	Etanol	2 - propanol	2 - butanol	1,2 - etanadiol
Nama Trivial	Etil alkohol	Isopropil alkohol	Sec-butyl alkohol	Etilen glikol

b. Klasifikasi Alkohol

Berdasarkan letak gugus $-OH$ pada rantai karbon, alkohol dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu: alkohol primer, alkohol sekunder, dan alkohol tersier

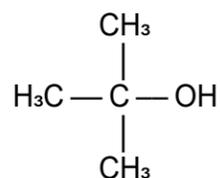
- 1) **Alkohol primer** adalah alkohol dengan gugus $-OH$ terikat pada atom C primer.

Contoh:

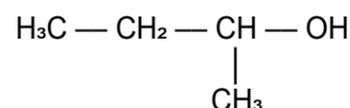


- 2) **Alkohol sekunder** adalah alkohol dengan gugus $-OH$ terikat pada atom C sekunder.

Contoh:

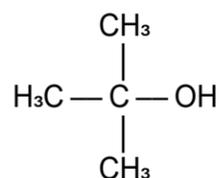


2- propanol

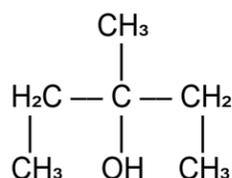


2-Butanol

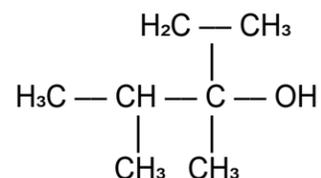
3) **Alkohol tersier** adalah alkohol dengan gugus **-OH** terikat pada atom C tersier. Contoh:



2-metil-2-propanol



3-metil-3-pentanol



2,3-dimetil-3-pentanol

c. Sifat fisik alkohol

1) Titik didih

Titik didih alkohol relatif tinggi karena adanya daya tarik intermolekuler yang kuat. Titik didih adalah ukuran kasar dari jumlah energi yang diperlukan oleh molekul cair untuk memisahkan diri dari molekul terdekatnya. Jika molekul terdekatnya terikat dengan ikatan hidrogen, maka dibutuhkan energi yang cukup besar untuk memutus ikatan hidrogen agar molekul terlepas dari cairan menjadi gas. Perhatikan titik didih beberapa senyawa alkohol pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perbandingan Titik Didih dan Massa Molekul Relatif Alkohol

Rumus	Nama Senyawa	Massa Molekul Relatif (Mr)	Titik Didih (°C)
CH ₃ - OH	Metanol	32	65
CH ₃ - CH ₂ - OH	Etanol	46	78
CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - OH	propanol	60	98
CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - OH	1-butanol	74	117
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-metil propanol	74	108
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2-butanol	74	100

Berdasarkan data pada tabel 2, apa yang dapat disimpulkan tentang hubungan antara massa molekul relatif dengan titik didih? Semakin besar massa molekul relatif alkohol

maka titik didih makin tinggi. Titik didih alkohol bercabang lebih rendah daripada alkohol berantai lurus meskipun massa molekul relatifnya sama.

2) Kelarutan Alkohol

Kepolaran dan ikatan hidrogen merupakan faktor yang menentukan besarnya kelarutan alkohol dan eter dalam air. Dalam membahas kelarutan, kita menggunakan prinsip like dissolves like yang berarti pelarut polar melarutkan zat terlarut polar dan pelarut nonpolar melarutkan zat terlarut nonpolar. Akan tetapi prinsip tersebut tidak berlaku untuk semua kasus. Semua alkohol adalah polar tetapi tidak semua alkohol dapat larut dalam air. Perhatikan kelarutan alkohol dalam air berikut ini.

Tabel 3. Kelarutan Alkohol dalam Air

Nama	Rumus	Kelarutan (g/100 mL)
Metanol	CH ₃ OH	tidak terhingga
Etanol	CH ₃ CH ₂ OH	tidak terhingga
1-propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	tidak terhingga
1-butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	8,3
1-pentanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	2,6

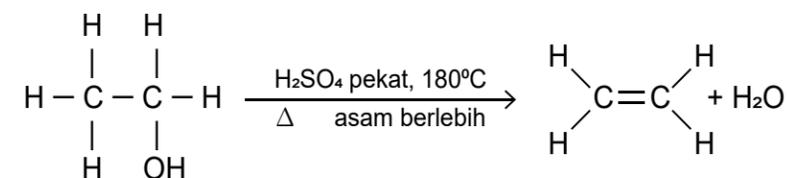
Alkohol dengan massa molekul rendah larut dalam air. Kelarutan dalam air ini disebabkan oleh ikatan hidrogen antara alkohol dan air. Dengan bertambahnya massa molekul relatif maka gaya-gaya Van der Waals antara hidrokarbon dari alkohol menjadi lebih efektif menarik molekul-molekul alkohol satu sama lain. Oleh karena itu, semakin panjang rantai karbon semakin kecil kelarutannya dalam air.

d. Sifat Kimia Alkohol

Alkohol mengalami reaksi dehidrasi, oksidasi, reaksi dengan logam Na dan K, esterifikasi, dan reaksi hidrogen halida.

1) Dehidrasi alkohol

Dehidrasi merupakan reaksi terlepasnya H dan OH. Reaksi dehidrasi alkohol dapat membentuk alkena atau eter dan air. Asam sulfat pekat berlebih dicampurkan dalam alkohol kemudian campuran tersebut dipanaskan hingga 180 °C, maka gugus hidroksil akan terlepas dan atom hidrogen dari karbon terdekatnya juga terlepas, membentuk H₂O.



etena

etanol

ketela, buah-buahan, dll. Etanol digunakan untuk minuman seperti bir, dan wiski. Selain itu, etanol juga digunakan dalam pembuatan berbagai produk industri seperti, parfum, zat warna, rayon, essence buatan, dan sebagainya.

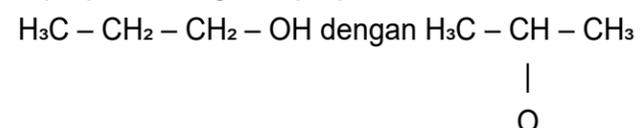
f. Keisomeran pada Alkohol

Isomer adalah molekul dengan rumus molekul sama tetapi struktur kimianya berbeda. Pada alkohol dapat terjadi isomer posisi, fungsi, dan optik.

1) Isomer posisi

Isomer posisi terjadi karena perbedaan letak (posisi) gugus tertentu dalam senyawa dengan rumus molekul dan kerangka sama.

Contoh: 1-propanol dengan 2-propanol



2) Isomer fungsi

Isomer fungsi terjadi karena perbedaan gugus fungsi yang dimiliki suatu senyawa yang rumus molekulnya sama.

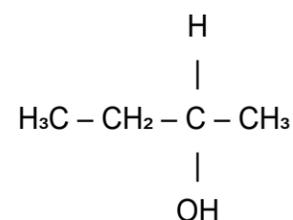
Contoh: etanol dengan dimetil eter



3) Isomer optik

Isomer optik terjadi pada atom karbon yang mempunyai atom C asimetris/ kiral, yaitu atom C yang mengikat 4 atom/gugus atom yang berbeda.

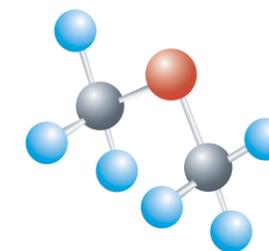
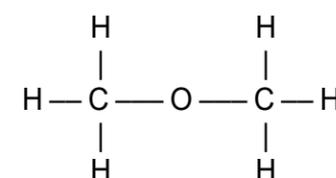
Contoh: 2-Butanol



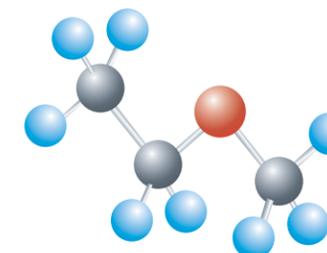
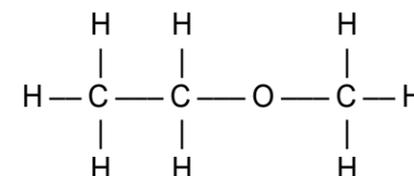
2. Eter (Alkoksialkana)

Eter termasuk senyawa turunan alkana yang memiliki gugus alkoksi ($-\text{OR}'$) dan rumus umum $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$. Eter dapat dilihat sebagai dua gugus alkil, yakni R dan R' yang terikat pada satu atom O. Struktur eter diperoleh dengan menggabungkan dua buah alkil dengan oksigen. Oleh karena itu eter juga disebut dengan alkoksi alkana. Eter yang paling sederhana adalah dimetil eter: $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$. Untuk memperjelas struktur eter, gunakan molymod (model atom dan unsur) untuk membentuk struktur eter. Perhatikan struktur eter berikut.

a. Dimetil eter ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)



b. Etil metil eter ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$)

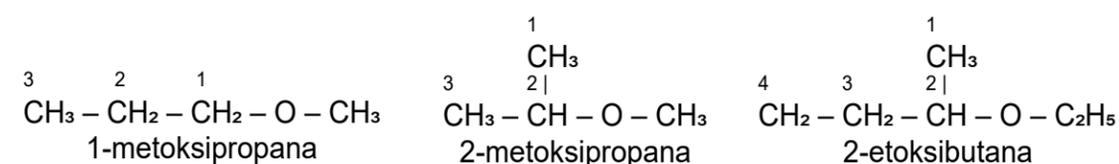
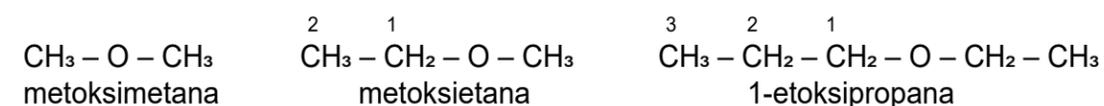


Penamaan eter ada dua cara, yaitu tatanama IUPAC dan nama trivial.

1. Tatanama IUPAC

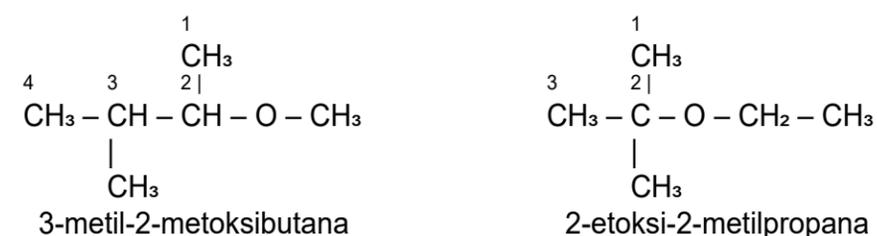
a. Gugus alkil yang lebih panjang ditetapkan sebagai rantai induk alkana. Sedangkan, gugus alkil yang lebih pendek sebagai gugus alkoksi.

Contoh:



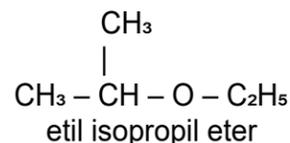
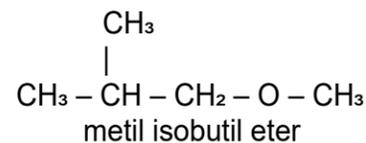
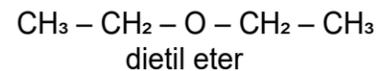
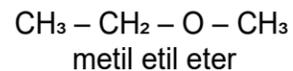
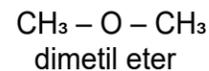
b. Penomoran dilakukan sedemikian sehingga atom C yang mengikat gugus $-\text{OR}'$ harus mempunyai nomor yang sekecil mungkin.

Contoh:



2. Tata nama trivial

Rumus eter dapat ditulis sebagai R-O-R' di mana R dan R' adalah gugus alkil C_nH_{2n+1} . Nama trivial eter diambil dari nama kedua gugus alkil R dan R' yang terikat pada atom O. Eter yang kedua gugus alkilnya sama diberi nama dialkil eter. Eter yang kedua gugus alkilnya berbeda diberi nama alkil alkil eter, di mana urutan penulisan nama gugus alkil tidak harus secara alfabetik



Sifat Fisika dan Sifat Kimia Eter

1. Sifat Fisika Eter

a. Titik didih

Kedua alkil pada eter terikat pada oksigen sehingga tidak dapat membentuk ikatan hidrogen maka titik didih eter lebih kecil dibanding alkohol dengan massa molekul relatif yang sama.

b. Kelarutan

Eter tidak dapat membentuk ikatan hidrogen antar molekulnya karena tidak ada hidrogen yang terikat pada oksigen, tetapi jika dicampur dengan air, eter dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air. Oleh karena itu eter sedikit larut dalam air.

2. Sifat Kimia Eter

Eter bersifat inert seperti alkana, eter tidak bereaksi dengan oksidator, reduktor maupun basa. Sifat inilah yang menyebabkan eter banyak digunakan sebagai pelarut organik.

3. Kegunaan Eter

Dietil eter ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-O-CH}_2\text{CH}_3$) berwujud cair, tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. Dietil eter digunakan sebagai pelarut senyawa nonpolar, seperti: lemak, lilin, atau zat-zat lain yang kurang larut dalam air. Dalam kedokteran dan farmakologi, dietil eter digunakan sebagai anestesi (obat bius) saat operasi dilakukan. Metoksi metana (dimetil eter) atau kodein digunakan sebagai obat penghilang rasa sakit dan bahan utama dalam pembuatan morfin. Dimetil eter juga digunakan sebagai propelan dan pendingin.

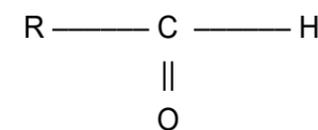


B. Aldehid (Alkanal) dan Keton (Alkanon)

Aldehid (Alkanal) dan Keton (Alkanon) merupakan senyawa turunan dari alkana, mempunyai rumus molekul sama tetapi memiliki gugus fungsi yang berbeda. Gugus fungsi aldehid adalah -CHO dan gugus fungsi eter adalah -CO- maka aldehid dan keton disebut berisomer fungsi.

1. Aldehid (Alkanal)

Aldehid merupakan senyawa turunan alkana yang mengandung gugus aldehid atau disebut juga Alkanal dengan rumus molekul $C_nH_{2n}O$. Alkanal atau aldehid merupakan senyawa karbon yang mempunyai gugus karbonil pada ujung rantai C. Aldehid mempunyai ikatan rangkap antara karbon dengan oksigen :



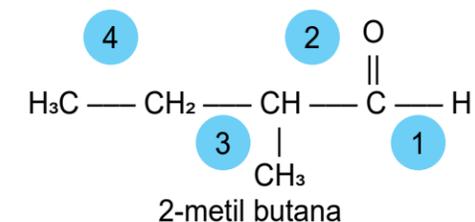
Tata Nama Aldehid/Alkanal

Ada dua aturan dalam pemberian nama alkanal, yaitu IUPAC dan trivial

1) Menurut IUPAC

- Nama berdasarkan nama alkanal, dengan mengganti akhiran **-a** dari alkanal menjadi **-al**
- Nama alkanal didasarkan atas rantai terpanjang yang mengandung gugus fungsi
- Penomoran rantai C yang bercabang dimulai dari atom C yang mengandung gugus fungsi.

Contoh :



2) Menurut Trivial

Nama trivial diturunkan dari nama asam karboksilat, yaitu dengan mengganti akhiran **-at** menjadi aldehid.

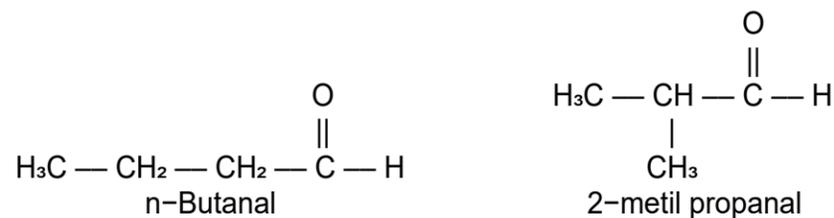
Contoh:

Asam Alkanoat		Alkanal	
Rumus Struktur	Nama	Rumus Struktur	Nama
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Asam format	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	Formaldehid
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Asam asetat	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	Asetaldehid
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{OH} \end{array}$	Asam propionat	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{H} \end{array}$	Propionaldehid

a) Isomer alkanal

Senyawa alkanal hanya mempunyai isomer struktur, yaitu isomer rantai dan isomer fungsi. Isomer rantai: dimulai dari suku keempat dan seterusnya.

Contoh:



Isomer Fungsi : rumus molekul sama, tetapi gugus fungsinya berbeda

Contoh:



b) Sifat-sifat alkanal

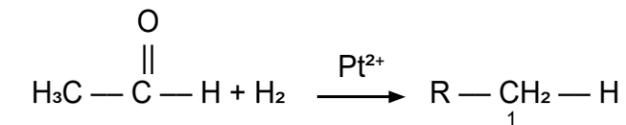
(1) Sifat fisis

- Alkanal (metanal) berwujud gas pada suhu kamar, suku yang lebih banyak akan berwujud cair
- Titik didih dan titik leleh lebih rendah dari senyawa alkanol dengan jumlah C sama
- Alkanal merupakan senyawa polar
- Kelarutan semakin berkurang dengan bertambahnya jumlah suku atom C
- Termasuk senyawa non elektrolit

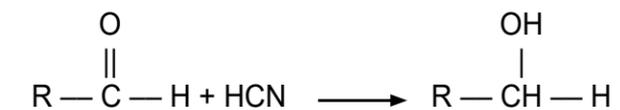
(2) Sifat kimia

- Tidak membentuk ikatan hidrogen antarsenyawa alkanal
- Kereaktifan alkanal lebih reaktif daripada keton
- Reaksi adisi alkanal

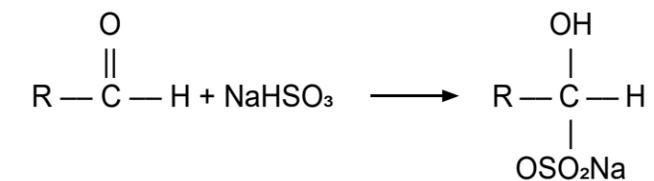
- Adisi dengan H_2 membentuk alkohol primer



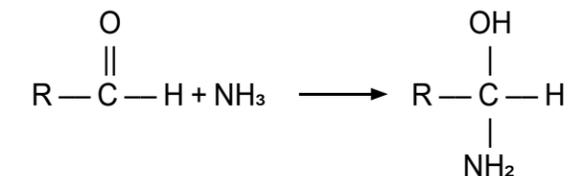
- Adisi dengan HCN membentuk hidroksikarbonitrial sianohidrol



- Adisi dengan NaHSO_3

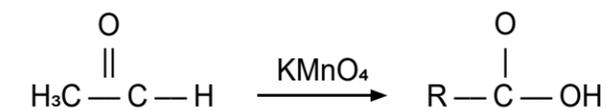


- Adisi dengan amonia membentuk aldehid amonia

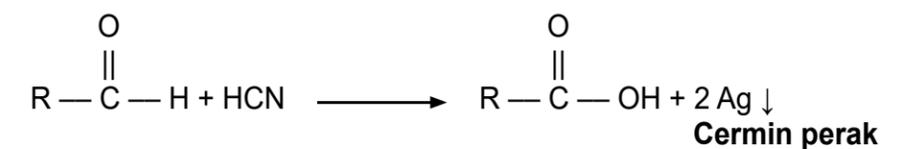


(3) Reaksi oksidasi alkanal

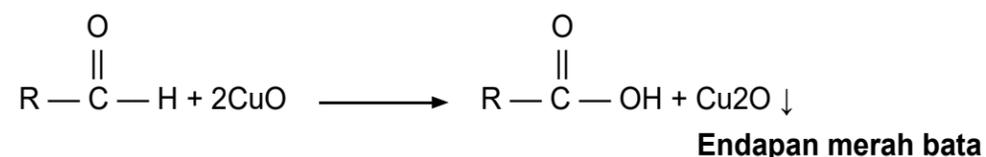
- Oksidasi dengan oksidator kuat yaitu KMnO_4 atau $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ membentuk asam alkanoat



- Oksidasi dengan pereaksi Tollens (campuran $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$)



(c) Oksidasi dengan pereaksi Fehling



c) Kegunaan alkanal

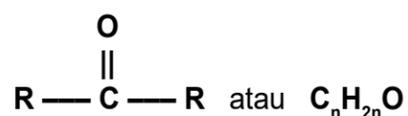
Senyawa alkanal yang paling banyak diproduksi adalah metanal (formaldehid atau formalin). Kegunaan metanal adalah:

- 1) Formalin digunakan untuk mengawetkan preparat anatomi dan mengawetkan mayat
- 2) Alkanal juga digunakan untuk pembuatan zat warna, damar sintesis, dan plastik termoset.



2. Keton/Alkanol

Alkanon atau keton merupakan senyawa karbon yang kedua tangannya diikat oleh gugus alkil (R). Gugus alkil yang diikat berjumlah sama atau tidak sama sehingga senyawa alkanon mempunyai rumus umum sebagai berikut.



a. Tata nama Alkanon

Ada dua cara pemberian nama alkanon, yaitu menurut IUPAC dan trivial

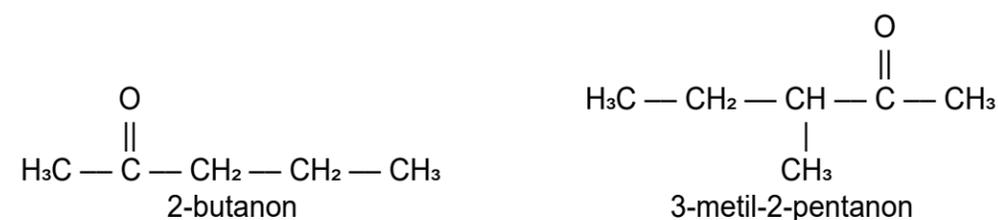
1) Tata nama IUPAC

- a) Penamaan alkanon dengan mengganti akhiran -a pada alkana menjadi akhiran -on
- b) Penomoran dimulai dari C ujung yang paling dekat dengan gugus

fungsi ($\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}$) dengan nomor terkecil

- c) Cabang rantai disebut dahulu dan disusun menurut abjad dan diberi awalan yang menyatakan jumlah cabang, kemudian diberi awalan angka yang menunjukkan letak cabang.

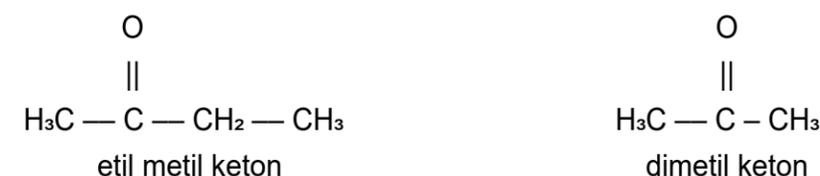
Contoh:



2) Tata nama trivial

Penamaan dengan menyebut **alkil** yang lebih kecil, kemudian alkil yang lebih besar diakhiri dengan keton. Kalau alkil sama besar diberi awalan di- pada akhir alkil.

Contoh:

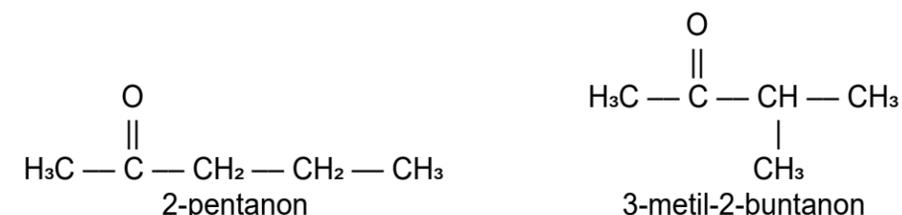


b. Isomer alkanon

Alkanon mempunyai isomer rantai, isomer posisi, dan isomer fungsi. Contoh: senyawa alkanon dengan rumus $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ mempunyai isomer sebagai berikut:

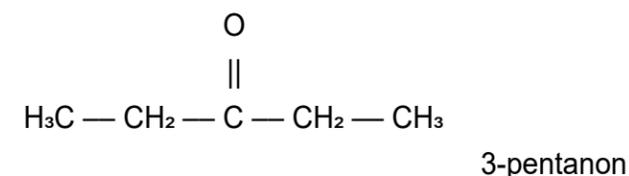
1) Isomer rantai

Isomer rantai adalah keisomeran yang disebabkan perbedaan struktur.



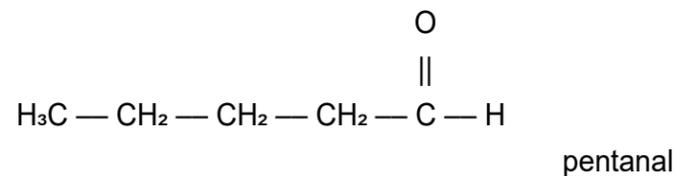
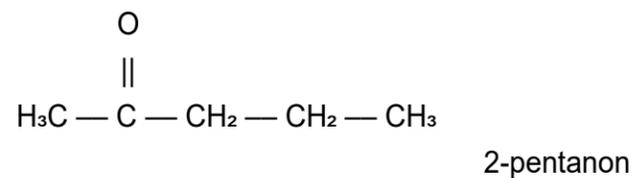
2) Isomer posisi

Isomer posisi terjadi karena perbedaan letak (posisi) gugus tertentu dalam senyawa dengan rumus molekul dan kerangka yang sama



3) Isomer fungsi

Isomer fungsi terjadi karena perbedaan gugus fungsi yang dimiliki suatu senyawa, sedangkan rumus molekulnya sama. Alkanon berisomer fungsi dengan alkanal, keduanya mempunyai rumus umum sama, yaitu $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$



c. Sifat-sifat Alkanon

1) Sifat fisis

- Termasuk senyawa polar dan larut dalam air
- Titik didih alkanon atau keton lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa hidrokarbon dengan massa molekul relatif sama
- Senyawa alkanon mempunyai sifat fisis hampir sama untuk molekul yang ber-sesuaian

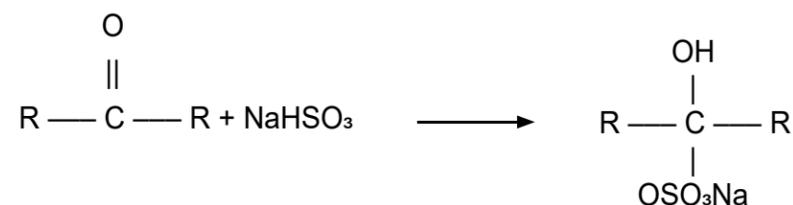
2) Sifat kimia

- Antar senyawa alkanon tidak terjadi ikatan hidrogen
- Alkanon kurang reaktif daripada aldehyd
- Alkanon merupakan reduktor yang sangat lemah
- Reaksi adisi

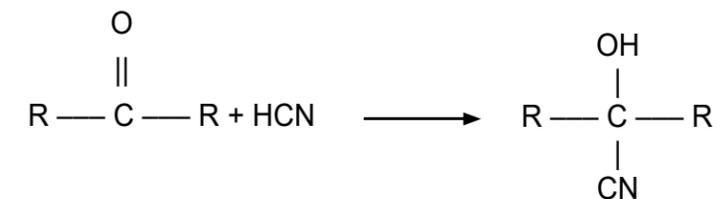
- Reaksi adisi alkanon dengan H_2



- Reaksi adisi alkanon dengan NaHSO_3



- Reaksi adisi alkanon dengan HCN



(e) Reaksi oksidasi

Senyawa alkanon tidak dapat dioksidasi oleh oksidator lemah, seperti pereaksi fehling dan pereaksi tollens karena gugus karbonilnya tidak mengandung atom H.

d. Kegunaan Alkanon

Senyawa alkanon yang paling banyak digunakan adalah aseton (propanon). Kegunaan aseton antara lain:

- Pelarut senyawa organik seperti pernis, lak, cat kayu, dan cat kuku.
- Bahan baku dalam industri pembuatan kloroform dan iodoform
- Bahan antiledak pada penyimpanan gas asetilena

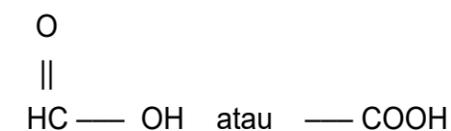


C. Asam Karboksilat (Asam Alkanoat) dan Ester (Alkil Alkanoat)

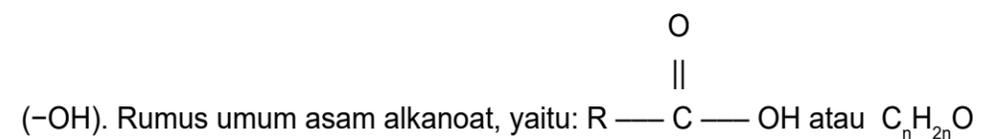
Asam Karboksilat (Asam Alkanoat) dan Ester (Alkil Alkanoat) merupakan senyawa turunan dari alkana, mempunyai rumus molekul sama, yaitu $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ tetapi memiliki gugus fungsi yang berbeda dengan sifat fisika dan kimia yang berbeda. Gugus fungsi asam karboksilat adalah $-\text{COOH}$ dan gugus fungsi ester adalah $-\text{COOR}'$. Asam Karboksilat dan ester disebut berisomer fungsi.

1. Asam Karboksilat/Alkanoat

Asam alkanoat merupakan senyawa karbon turunan alkana yang mempunyai gugus fungsional:



Asam alkanoat memiliki suatu gugus karbonil ($-\text{CO}-$) dan gugus hidroksil

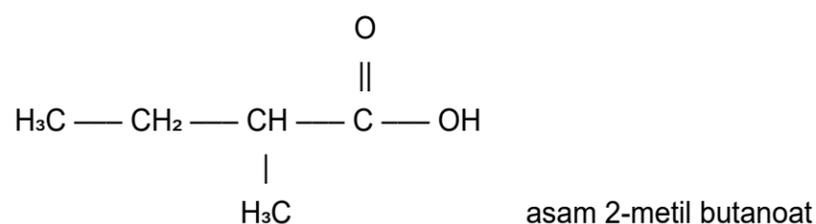


a. Tata nama alkanoat

1) Cara IUPAC

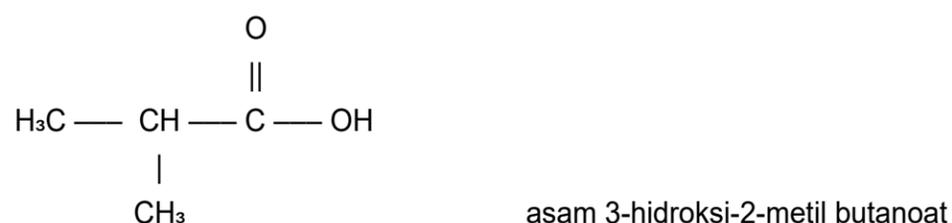
- Penamaan berdasarkan nama alkana dengan akhiran **-a** diganti akhiran **-oat** dengan menambahkan asam didepannya.
- Penomoran pada rantai induk dimulai dari atom C yang mengandung gugus fungsi
- Penulisan nama dimulai dengan nama cabang yang disusun sesuai urutan abjad, kemudian rantai pokok.

Contoh:



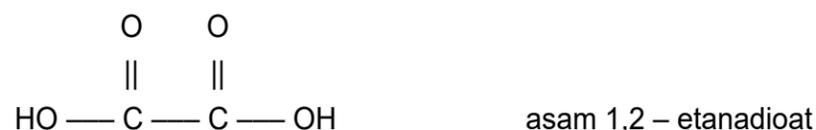
- Penulisan rantai induk yang memiliki cabang berupa gugus lain disusun menurut urutan abjad.

Contoh:



- Penamaan asam alkanoat yang memiliki dua gugus fungsi dengan nama asam alkanadionat, sedangkan tiga gugus fungsi dengan nama asam alkanatrimonat.

Contoh:

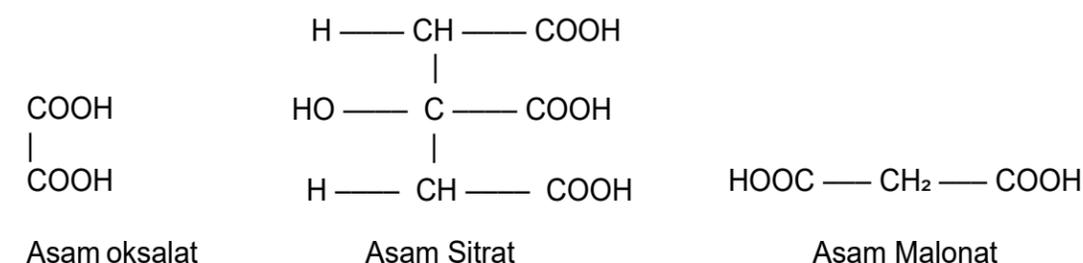


2) Cara Trivial

Tata nama berdasarkan pada sumber alami asam.

Contoh:

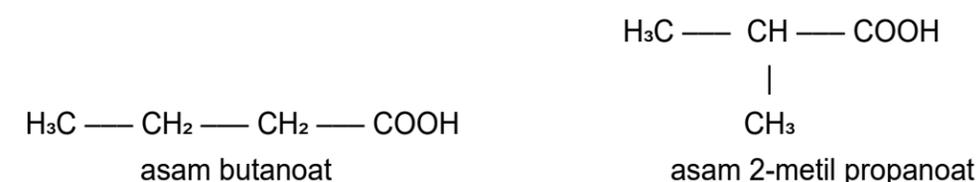
- HCOOH : asam format (sumber: semut)
CH₃COOH : asam asetat (sumber: cuka)
CH₃CH₂COOH : asam propionat (sumber: susu, mentega, dan keju)
CH₃-(CH₂)₂-COOH : asam butirrat (sumber: mentega)



b. Isomer asam Alkanoat

Alkanoat mempunyai isomer rantai/ isomer posisi yang dimulai dari suku keempat (C₄H₈O₂).

Contoh:



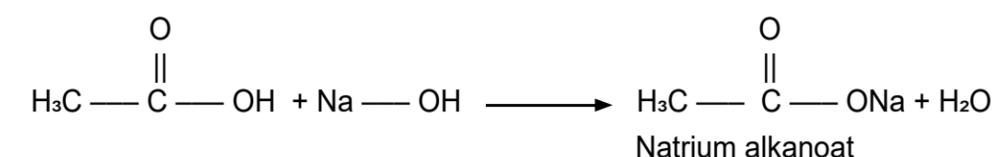
c. Sifat-sifat alkanoat

1) Sifat fisis

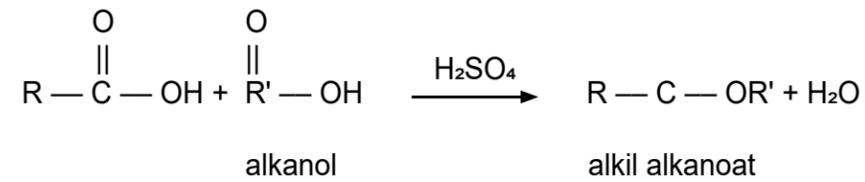
- Pada suhu kamar, asam alkanoat suku rendah berwujud cair, suku di atasnya berwujud cair agak kental, dan suku yang lebih tinggi berwujud padat
- Titik didih dan titik leleh asam alkanoat lebih tinggi daripada alkanol
- Asam alkanoat dengan suku C₁ – C₄ mudah larut dalam air, suku C₅ – C₆ sedikit larut dalam air, dan lebih dari C₇ tidak larut dalam air
- Asam alkanoat merupakan senyawa elektrolit lemah semakin panjang rantai C, maka keasamannya makin lemah.

2) Sifat Kimia

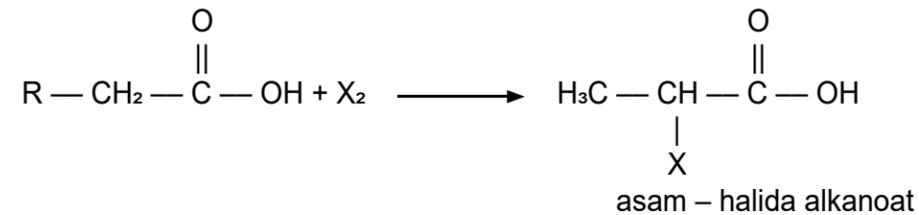
- Mempunyai ikatan hidrogen sehingga dapat berikatan hidrogen dengan molekul air dan sesamanya
- Sifat asam alkanoat pada suku tinggi makin lemah sehingga kereaktifannya juga makin lemah
- Reaksi asam alkanoat sebagai berikut :
 - Reaksi dengan basa NaOH membentuk garam dimana atom H dari gugus karboksil diganti dengan logam



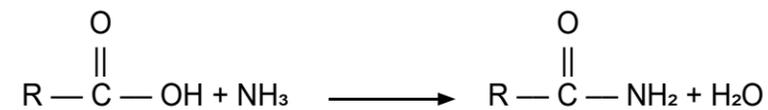
- (2) Reaksi pembentukan ester dari asam alkanoat dan alkanon (reaksi esterifikasi).
Atom H dari COOH diganti dengan gugus alkil dari alkanol



- (3) Reaksi dengan halogen (X) khususnya Cl dan Br menghasilkan asam halida alkanoat dengan bantuan sinar matahari, fosfor, dan belerang



- (4) Reaksi dengan NH_3 membentuk golongan amida, mengganti gugus OH dari COOH dengan NH_2

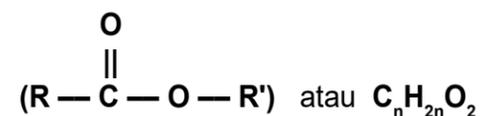


d. Kegunaan asam Alkanoat

- 1) Asam metanoat (asam format) dihasilkan dari semut merah, digunakan untuk vulkanisasi karet, penyamakan kulit, kosmetik, tekstil, dan disinfektan
- 2) Asam asetat (asam etanoat) atau asam cuka murni berwujud cair pada suhu kamar, larut dalam air, dan berbau sangat merangsang. Asam asetat banyak digunakan pada pembuatan serat sintetis (rayon), parfum, cat, obat-obatan, garam-garam asetat, pewarna, dan penyedap makanan.
- 3) Asam oksalat banyak dipakai sebagai penghilang karat dan zat warna.

2. Ester (Alkil alkanoat)

Alkil alkanoat merupakan senyawa karbon turunan dari asam alkanoat dimana gugus hidroksil (-OH) asam alkanoat diganti dengan gugus alkoksi ($\text{R} - \text{O} -$) sehingga alkil alkanoat mempunyai rumus umum:

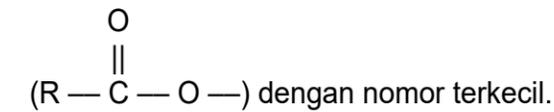


a. Tata nama

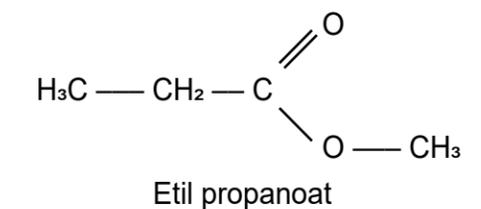
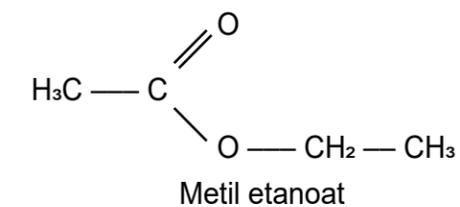
Ada dua cara penamaan alkil alkanoat, yaitu cara IUPAC dan Trivial

1) Cara IUPAC

Penamaan ester dengan nama alkil alkanoat, dimana alkil dari gugus $-\text{R}'$ dan alkanoat (R) dari nama karboksilat/alkanoat. Rantai cabang (alkil atau gugus lain) penomorannya dimulai dari ujung atom C rantai induk



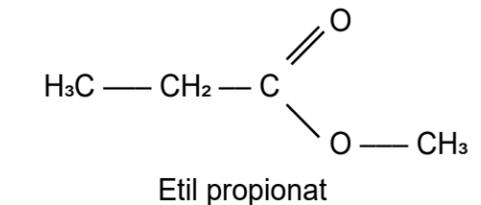
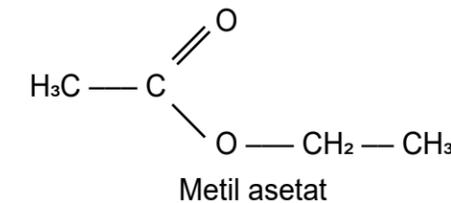
Contoh:



2) Cara Trivial

Penamaannya didasarkan pada nama trivial asam karboksilat

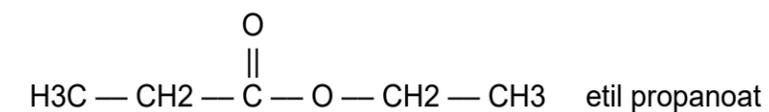
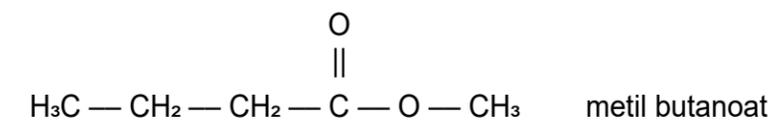
Contoh:



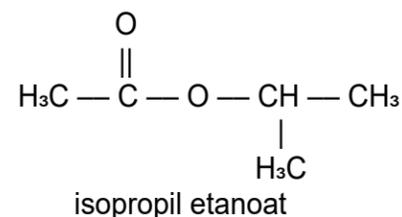
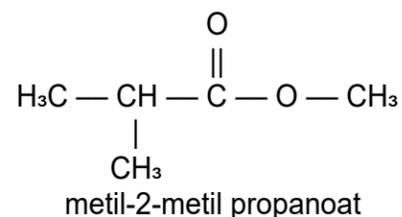
b. Isomer alkil alkanoat

Senyawa alkil alkanoat mempunyai isomer posisi, isomer rantai, dan isomer fungsi. Beberapa isomer dari $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ sebagai berikut:

1) Isomer posisi



2) Isomer rantai



3) Isomer fungsi

Alkil alkanoat berisomer dengan asam alkanoat yang mempunyai rumus umum sama, yaitu $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

c. Sifat fisis dan kimia alkil alkanoat

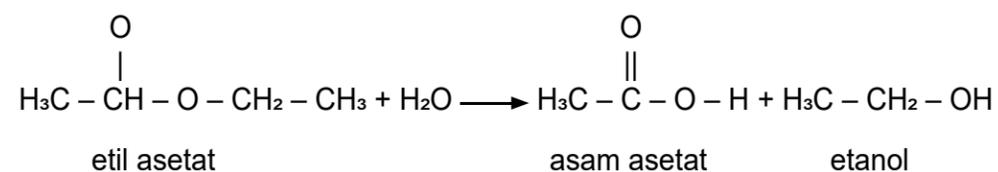
1) Sifat fisis

- Titik didih dan titik leleh alkil alkanoat lebih rendah dari asam alkanoat.
- Alkil alkanoat lebih mudah menguap dibandingkan asam atau alkanol
- Alkil alkanoat berbau harum dan sedikit larut dalam air
- Alkil alkanoat merupakan senyawa nonelektrolit

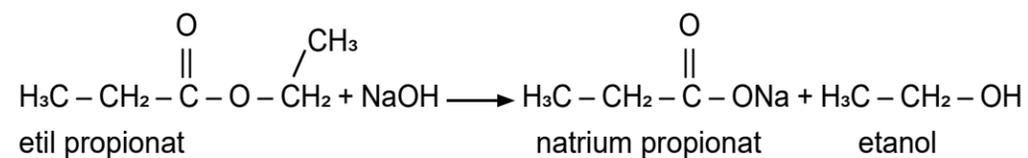
2) Sifat kimia

- Tidak memiliki ikatan hidrogen, tetapi memiliki ikatan Van Der Waals.
- Alkil alkanoat merupakan senyawa yang kurang reaktif
- Reaksi pada senyawa alkil alkanoat, antara lain:

(1) Hidrolisis dengan H_2O



(2) Penyabunan dengan NaOH menjadi garam karboksilat (sabun)



d. Kegunaan ester atau alkil alkanoat

Ada tiga jenis ester, yaitu sari buah-buahan, lemak atau minyak, dan lilin.

- Sari buah-buahan, yaitu ester dari alkohol suku rendah atau tengah. Ester buah-buahan digunakan untuk aroma (essens) pada makanan dan sebagai pelarut cat dan pernis. Contoh: etil format (aroma rum), pentil asetat (aroma pisang), dan metil butirat (aroma apel).

- Lemak dan minyak, yaitu alkil alkanoat yang terbentuk dari gliserol dan asam alkanoat suku rendah/tinggi. Alkil alkanoat lemak digunakan untuk membuat mentega, margarin, dan sabun. Contoh: gliseril tripalmitat (lemak) dan gliseril trioleat (minyak)
- Lilin (*Waxes*), yaitu alkanoat yang terbentuk dari alkanol suku tinggi dan asam alkanoat suku tinggi. Alkil alkanoat lilin digunakan untuk salutan pelindung mobil, batik, dan lampu penerangan. Contoh: mirisil serotat.

LATIHAN

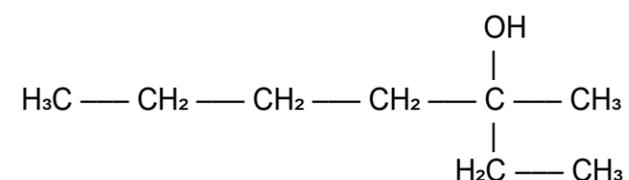
A. Pilihan Ganda

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E.

- Golongan senyawa yang memiliki gugus fungsi adalah ...

- Alkohol
- Aldehid
- Eter
- Keton
- Ester

- Nama senyawa berikut adalah ...



- 3-metil-2-heptanol
- 2-etil-2-heksanol
- 3-metil-3-heptanol
- 5-etil-5-heptanol
- 2-etil-4-metil heptanol

- Oksidasi alkohol menghasilkan aseton. Alkohol yang dioksidasi adalah ...

- 1-propanol
- 2-butanol
- 2-propanol

- D. 2-metil-1-propanol
E. 2-metil propanol
4. Senyawa yang tidak memiliki rumus molekul $C_4H_{10}O$, adalah ...
- A. 2-butanol
B. Butanon
C. 2-metil-2-propanol
D. dietil eter
E. 2-metil-1-propanol
5. Aldehid mempunyai gugus fungsi ...
- A. $-OH$
B. $-CO$
C. CHO
D. $COOH$
E. COO
6. Seseorang yang menderita penyakit diabetes melitus. air kencingnya diuji dengan menggunakan larutan Fehling karena dalam gula mengandung gugus ...
- A. Alkohol
B. Alkanoat
C. Alkanal
D. Alkanon
E. Alkana
7. Keton dapat dibuat dengan cara mengoksidasi ...
- A. Alkohol primer
B. Alkohol tersier
C. Alkohol sekunder
D. Asam karboksilat
E. Aldehid
8. Senyawa karbon yang memiliki aroma buah-buahan adalah ...
- A. Eter
B. Keton
C. Ester
D. Aldehid
E. Asam karboksilat

9. Gugus fungsi asam karboksilat adalah ...
- A. OH
B. CO
C. CHO
D. $COOH$
E. COO
10. Alkanon mempunyai gugus fungsi ...
- A. $-OH$
B. $-CO$
C. $-CHO$
D. $-COOH$
E. $-COO$

B. Uraian

Jawablah pertanyaan dibawah ini!

1. Berilah nama senyawa karbon turunan alkane dengan struktur berikut:

No	Rumus Struktur	Nama Senyawa
a	$\begin{array}{c} OH \\ \\ CH_3 - C - CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$	
b	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH - O - CH_3 \end{array}$	
c	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \overset{\overset{O}{ }}{C} - H$	
d	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - \overset{\overset{O}{ }}{C} - CH_3$	
e	$CH_3 - CH_2 - CH(CH_3)COOH$	

2. Tuliskan rumus struktur senyawa turunan alkane berikut ini!
- A. 2-metil-2-propanol
B. 3-metoksipentana
C. 2-metil-3-pentanon
D. 2,2-dimetilpropanal
E. Asam-2,3-dimetil butanoat
F. Metil metanoat

3. Mengapa asam karboksilat mempunyai titik didih yang lebih tinggi dibandingkan dengan alkohol dengan Mr yang hampir sama.
4. Bagaimana kelarutan asam karboksilat dalam air?
5. Bagaimana titik didih ester dibandingkan dengan asam karboksilat isomernya? Jelaskan!

UNIT 2

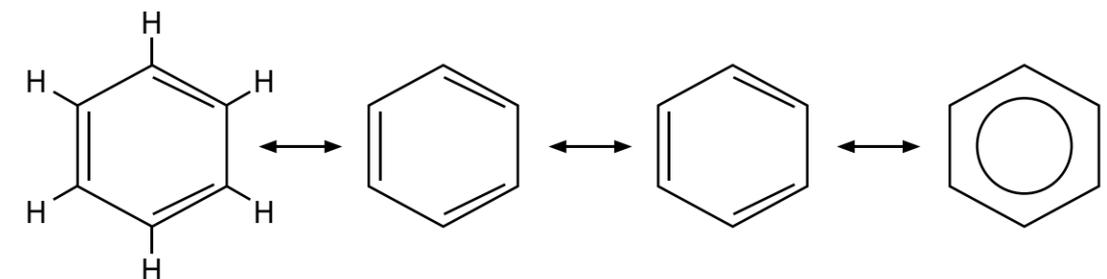
MENGABADIKAN ATAU MENGHANCURKAN

Pada Unit 1, Anda telah mempelajari senyawa karbon turunan alkana, yang meliputi alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat, dan ester. Senyawa karbon turunan alkana mengandung atom hidrogen, karbon dan oksigen. Selain kelompok senyawa karbon turunan alkana, terdapat kelompok senyawa karbon lain yang mengandung unsur nitrogen (N), sulfur (S), dan unsur lainnya disamping unsur hidrogen (H), karbon (C), dan oksigen (O). Kelompok senyawa yang dimaksud adalah benzena dan turunannya. Benzena hanya tersusun dari atom H dan atom C yang membentuk sebuah cincin dan memiliki aroma maka benzena termasuk senyawa aromatik.

A. Benzena dan Turunannya

Anda tentu mengenal parasetamol dan aspirin. Kedua senyawa tersebut merupakan senyawa turunan benzena. Parasetamol sering digunakan sebagai sakit kepala dan pusing sedangkan aspirin biasanya digunakan sebagai obat sakit gigi dan obat pusing.

Tahukah Anda, apa perbedaan antara parasetamol dan aspirin? Parasetamol dan aspirin berbeda rumus molekul dan struktur kimianya. Perbedaan rumus kimia mengakibatkan sifat senyawa berbeda sehingga memiliki efek medis yang khas. Parasetamol memiliki nama kimia para-asetilamino fenol dengan rumus kimia $C_8H_9NO_2$ sedangkan aspirin memiliki nama kimia asam orto-asetiloksi benzoat dengan rumus kimia $C_9H_8O_4$. Dari rumus kimia tersebut, dapatkan Anda menuliskan rumus strukturnya? Untuk dapat menuliskan rumus struktur parasetamol dan aspirin, Anda perlu memahami pengertian senyawa benzena dan turunannya.



Gambar 1. Resonansi pada Benzena

1. Struktur Benzena

Benzena pertama kali dibuat tahun 1825 oleh **Michael Faraday** dari gas yang dipakai untuk lampu penerangan. Pada tahun 1834 ahli kimia menemukan rumus molekulnya benzena adalah C_6H_6 dan memiliki ikatan tak jenuh yang lebih banyak daripada alkena maupun alkuna. Berdasarkan percobaan benzena tidak mengalami reaksi oksidasi atau adisi tetapi reaksi substitusi. Pada tahun 1865, Fredrich A. Kekul berhasil menerangkan struktur Benzena. Struktur benzena mengalami resonansi, yaitu ikatan rangkap pada benzena dapat berpindah-pindah (berputar), perhatikan gambar 1.

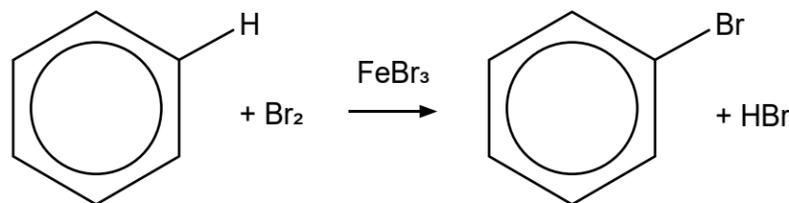
2. Reaksi Substitusi pada Benzena dan Tata Nama Senyawa

Senyawa yang memiliki ikatan rangkap, biasanya lebih mudah mengalami reaksi adisi seperti alkena. Tetapi benzena tidak mengalami reaksi adisi meskipun benzena memiliki ikatan rangkap. Benzena lebih mudah mengalami reaksi substitusi.

Bagaimana reaksi substitusi pada benzena? Reaksi substitusi pada benzena terjadi jika 1 atom H pada benzena diganti oleh 1 atom/molekul lain. Benzena yang kehilangan satu atom H disebut gugus fenil (C_6H_5-). Gugus fenil mampu mengikat atom atau gugus atom lain membentuk senyawa aromatik turunan benzena. Ada beberapa reaksi monosubstitusi, yaitu: reaksi halogenasi, nitrasi, sulfonasi, alkilasi, dan asilasi.

a. Reaksi Halogenasi

Pada reaksi halogenasi, atom H digantikan oleh atom halogen, seperti Br, Cl, dan I. Pereaksi yang digunakan adalah gas Br_2 , Cl_2 , dan I_2 dengan katalisator besi(III) halida.



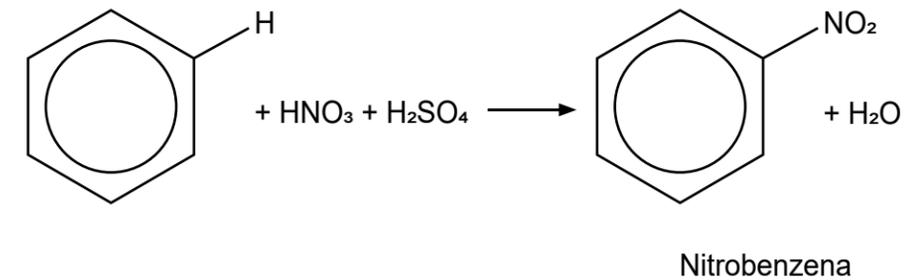
Nama senyawa yang terbentuk pada reaksi sesuai dengan atom halogen yang mensubstitusi atom H. Perhatikanlah tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nama Senyawa Hasil Reaksi Halogenasi

Atom Halogen	Rumus Kimia	Nama
Br	C_6H_5Br	Bromobenzena
Cl	C_6H_5Cl	Klorobenzena
I	C_6H_5I	Iodobenzena

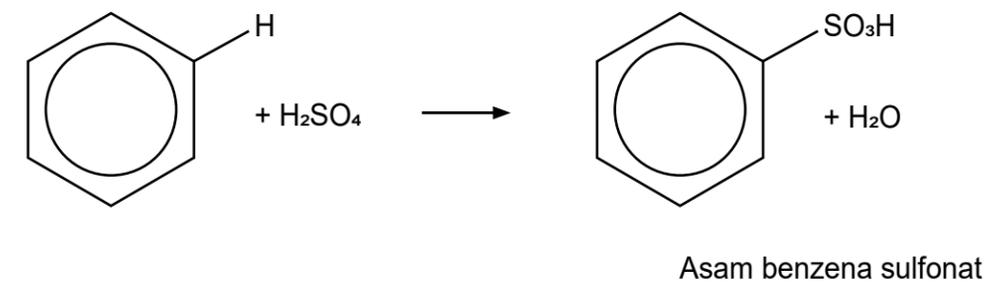
b. Reaksi Nitrasi

Pada reaksi nitration, atom H digantikan oleh gugus nitro (NO_2). Pereaksi yang digunakan adalah asam nitrat pekat (HNO_3) dengan katalisator asam sulfat pekat (H_2SO_4), membentuk senyawa nitrobenzena.



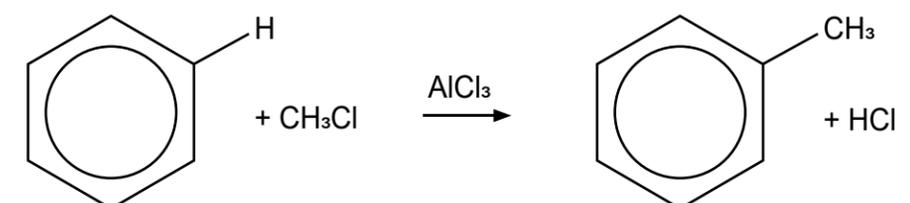
c. Reaksi Sulfonasi

Pada reaksi sulfonasi, atom H digantikan oleh gugus sulfonat (SO_3H). Pereaksi yang digunakan adalah asam sulfat berasap ($H_2SO_4 + SO_3$) pada suhu $40^\circ C$ membentuk asam benzena sulfonat.



d. Reaksi Alkilasi

Pada reaksi alkilasi, atom H digantikan oleh gugus alkil (C_nH_{2n+1}). Pereaksi yang digunakan adalah alkil halida dengan katalisator aluminium klorida ($AlCl_3$).



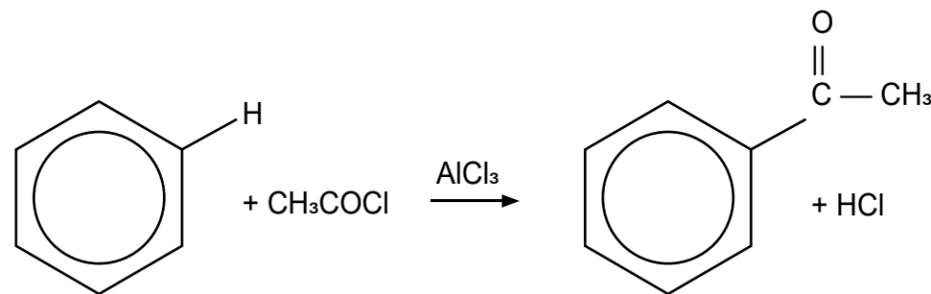
Nama senyawa yang terbentuk sesuai dengan gugus alkil yang mensubstitusi atom H. Berikut contoh penamaan alkil benzena.

Tabel 5. Nama Senyawa Hasil Reaksi Alkilasi

Atom Halida	Rumus Kimia	Nama
CH ₃ Cl	C ₆ H ₅ CH ₃	Metilbenzena
CH ₃ CH ₂ Cl	C ₆ H ₅ CH ₂ CH ₃	Etilbenzena
CH ₃ CH ₂ CH ₂ Cl	C ₆ H ₅ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Propilbenzena

e. Reaksi Asilasi

Pada reaksi asilasi, atom H digantikan oleh gugus asil (CH₃C=O). Pereaksi yang digunakan adalah halida asam, seperti CH₃COCl (asetil klorida) dan CH₃CH₂COCl (propanoil klorida) dengan katalisator aluminium klorida (AlCl₃).



Nama senyawa yang terbentuk sesuai dengan gugus asil yang mensubstitusi atom H

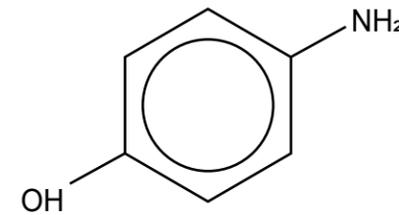
Tabel 6. Nama Senyawa Hasil Reaksi Asilasi

Gugus Asil	Rumus Kimia	Nama
CH ₃ COCl	C ₆ H ₅ COCH ₃	Asetofenon
CH ₃ CH ₂ COCl	C ₆ H ₅ COCH ₂ CH ₃	Fenil etil keton

Senyawa turunan benzena yang dihasilkan dari reaksi monosubstitusi dapat mengalami substitusi kedua. Bagaimana struktur dan tata nama senyawa turunan benzena yang mengalami substitusi kedua?

Ada 3 kemungkinan struktur senyawa turunan benzena yang mengalami substitusi kedua, yaitu posisi 1 dan 2, posisi 1 dan 3, serta posisi 1 dan 4. Senyawa turunan benzena yang posisi atom-atom substituenya terletak pada cincin nomor 1 dan 2 disebut senyawa orto. Senyawa turunan benzena yang posisi atom-atom substituenya terletak pada cincin nomor 1 dan 3 disebut senyawa meta. Senyawa turunan benzena yang posisi atom-atomnya terletak pada cincin nomor 1 dan 4 disebut senyawa para. Bagaimana cara memberi nama senyawa-senyawa turunan benzena yang mengalami substitusi kedua?

Perhatikanlah contoh berikut!



parahidroksi anilina

3. Sifat, Kegunaan, serta Dampak Senyawa Benzena dan Turunannya

Sifat senyawa turunan benzena sangat beragam bergantung pada jenis substituenya. Senyawa benzena dan turunannya banyak digunakan di bidang kesehatan, industri, pertanian, dan sebagai bahan peledak. Beberapa pabrik di Indonesia (Bekasi dan Surabaya) telah memproduksi bahan kimia turunan benzena seperti alkil benzena sulfonat yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan detergen. Berikut ini Anda akan mempelajari senyawa benzena dan turunannya.

a. Benzena

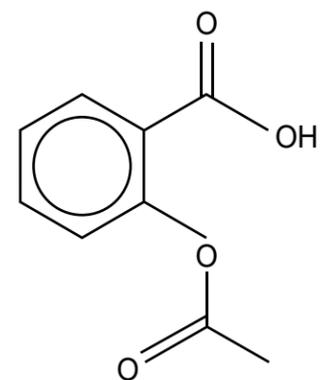
Benzena merupakan zat kimia yang tidak berwarna, mudah terbakar, dan berwujud cair. Benzena digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan plastik dan bahan kimia lainnya, seperti detergen dan bahan bakar kendaraan. Benzena juga diketahui dapat menyebabkan kanker sel darah putih (leukimia) bagi manusia. Jika mengisap benzena dengan kadar yang cukup tinggi, dapat menyebabkan kematian.

Mengonsumsi makanan yang mengandung benzena dalam jumlah banyak dapat menyebabkan muntah-muntah, iritasi lambung, kepala pusing, hingga kematian.

b. Aspirin

Aspirin atau asam asetilsalisilat memiliki sifat analgesik, antipiretik, antiradang, dan antikoagulan. Karena sifat-sifat ini, aspirin biasanya digunakan sebagai obat sakit gigi dan obat pusing. Aspirin memiliki titik didih 140°C dan titik leleh 136°C.

Mengonsumsi aspirin secara berlebihan dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan, seperti gangguan pencernaan pada lambung, seperti sakit maag dan pendarahan lambung.

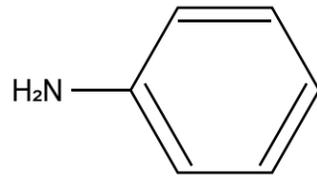


Gambar 2. Benzena, zat cair mudah terbakar

Dalam tubuh, aspirin dapat menghambat terbentuknya prostaglandins yang dihasilkan enzim prostaglandin synthase. Pembentukan prostaglandins menimbulkan efek demam dan pembengkakan serta meningkatkan sensitivitas reseptor rasa sakit. Dengan terhambatnya pembentukan prostaglandins, aspirin dapat mengurangi demam dan pembengkakan. Aspirin dapat digunakan sebagai penahan rasa sakit sehingga aspirin banyak digunakan untuk obat sakit gigi dan obat sakit kepala.

c. Anilina

Anilina dikenal dengan fenilamina atau aminobenzena memiliki rumus kimia $C_6H_5NH_2$. Senyawa turunan benzena ini mengandung gugus amina dengan struktur sebagai berikut.



Anilina berwujud cair pada suhu kamar dan tidak berwarna. Titik didihnya $184^\circ C$ dan titik lelehnya $-6^\circ C$. Senyawa anilina mudah menguap dan menimbulkan bau tak sedap, seperti ikan busuk. Dilihat dari sifat kimianya, anilina tergolong basa lemah. Anilina dapat bereaksi dengan asam kuat menghasilkan garam yang mengandung ion anilinium ($C_6H_5-NH_3^+$). Selain itu, anilina juga mudah bereaksi dengan asil halida (misalnya asetil klorida, CH_3COCl) membentuk amida yang disebut anilida. Misalnya, senyawa dengan rumus kimia $CH_3-CO-NH-C_6H_5$ diberi nama asetanilida.

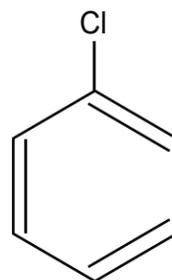
Anilina banyak digunakan sebagai zat warna dan bahan baku pembuatan berbagai obat, seperti antipirina dan antifebrin. Penggunaan anilina secara berlebihan dapat mengakibatkan mual, muntah-muntah, pusing, dan sakit kepala. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa penggunaan anilina dapat menyebabkan insomnia.

d. Klorobenzena

Klorobenzena adalah senyawa turunan benzena dengan rumus kimia C_6H_5Cl .

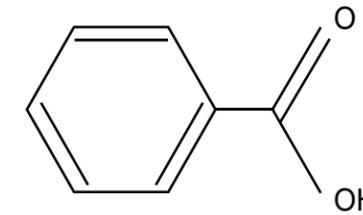
Senyawa ini berwarna bening dan mudah terbakar. Klorobenzena diperoleh dengan cara mereaksikan fenol dan fosfor pentaklorida. Klorobenzena tidak larut di dalam air serta memiliki titik leleh $-45^\circ C$ dan titik didih $131^\circ C$.

Klorobenzena banyak digunakan dalam pembuatan pestisida, seperti DDT yang penggunaannya telah dilarang di seluruh dunia. Klorobenzena juga digunakan dalam pembuatan fenol. Klorobenzena digunakan sebagai produk antara pada pembuatan nitroklorobenzena dan difeniloksida. Nitroklorobenzena dan difeniloksida merupakan



bahan baku pembuatan herbisida, zat pewarna, dan karet. Klorobenzena juga digunakan sebagai pelarut dalam kimia organik, di antaranya pelarut untuk cat.

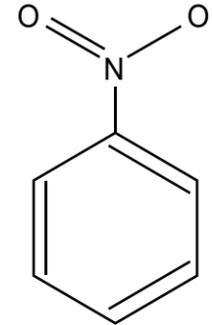
e. Asam Benzoat



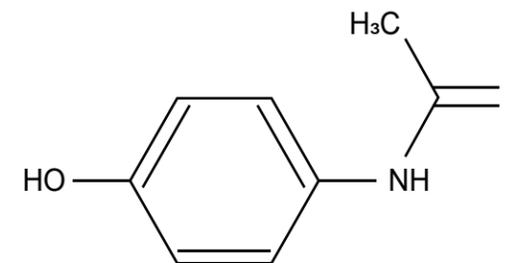
Asam benzoat adalah senyawa turunan benzena dengan rumus kimia $C_6H_5CO_2$ memiliki titik leleh $122^\circ C$ ($252^\circ F$) dan titik didih $249^\circ C$ ($480^\circ F$). Penggunaan utama dari asam benzoat adalah sebagai pengawet makanan. Berikut struktur molekul asam benzoat.

f. Nitrobenzena

Nitrobenzena memiliki rumus kimia $C_6H_5NO_2$ dikenal sebagai nitrobenzol atau minyak mirbane. Nitrobenzena memiliki aroma almond, namun bersifat racun. Berikut struktur molekul nitrobenzena. Kelarutan nitrobenzena dalam air sekitar $0,19 \text{ g}/100 \text{ mL}$ pada $20^\circ C$, titik leleh $5,85^\circ C$ dan titik didih $210,9^\circ C$. Nitrobenzena digunakan sebagai pelarut dan bahan baku pembuatan anilina serta digunakan juga dalam produk semir dan senyawa insulator.



g. Parasetamol

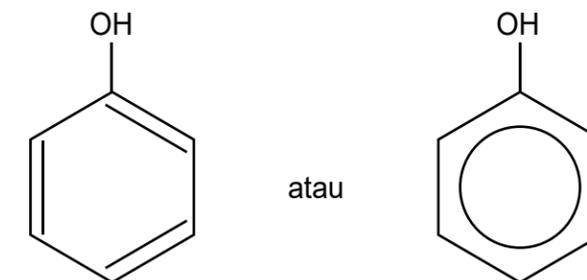


Parasetamol atau asetaminofen merupakan zat analgesik dan antipiretik yang paling populer. Parasetamol sering digunakan untuk mengobati pusing dan sakit kepala. Berikut ini struktur molekul parasetamol.

Parasetamol memiliki titik leleh $169^\circ C$, kelarutan dalam air $1,4 \text{ g}/100 \text{ mL}$ ($20^\circ C$), serta larut dalam etanol. Terlalu banyak mengonsumsi parasetamol dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

h. Fenol

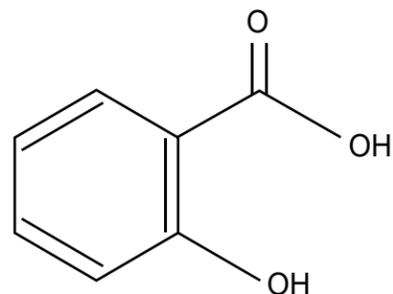
Fenol dikenal sebagai asam karbolat, berwujud padat, bentuk kristal, tidak berwarna. Rumus kimia fenol adalah C_6H_5OH , mengandung gugus hidroksil ($-OH$) yang terikat pada cincin benzena. Sifat-sifat fenol, antara lain: kelarutannya di dalam air $9,8 \text{ g}/100 \text{ mL}$, titik leleh $40,5^\circ C$, dan titik didih $181,7^\circ C$. Berikut struktur molekul fenol.



Fenol memiliki sifat antiseptik sehingga digunakan untuk mensterilkan alat-alat bedah. Fenol juga digunakan dalam pembuatan obat, resin sintetik, dan polimer. Fenol dapat menyebabkan iritasi pada kulit. Dalam kehidupan sehari-hari fenol (fenil alkohol) lebih dikenal dengan nama karbol atau lisol, yang digunakan sebagai zat disinfektan (pembunuh bakteri).

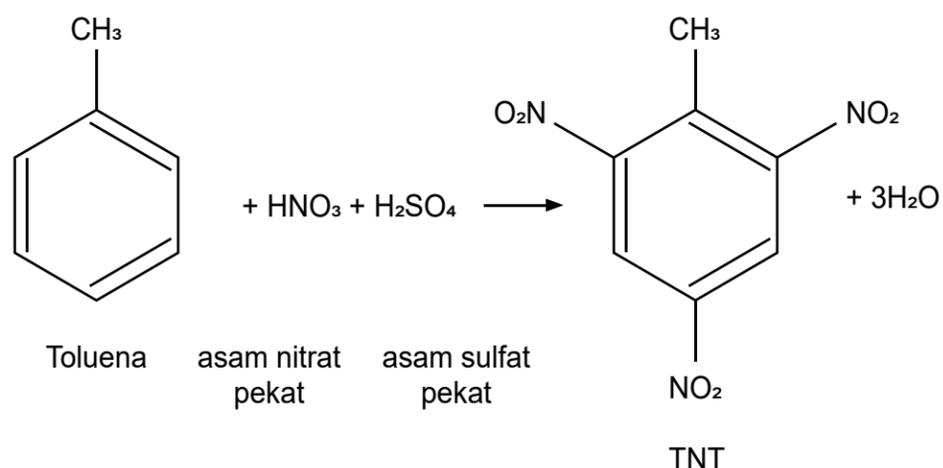
i. Asam Salisilat

Asam salisilat merupakan turunan benzena yang tergolong asam karboksilat sehingga asam salisilat memiliki gugus karboksil ($-\text{COOH}$). Adanya gugus ini menyebabkan asam salisilat dapat bereaksi dengan alkohol membentuk ester. Misalnya, reaksi asam salisilat dengan metanol akan menghasilkan metil salisilat. Asam salisilat bersifat racun jika digunakan dalam jumlah besar, tetapi dalam jumlah sedikit asam salisilat digunakan sebagai pengawet makanan dan antiseptik pada pasta gigi. Perhatikan struktur molekul asam salisilat berikut.



j. TNT (Trinitrotoluene)

TNT (Trinitrotoluene) merupakan senyawa turunan benzena yang bersifat mudah meledak. Senyawa TNT diperoleh dari reaksi nitrasi toluena. TNT digunakan sebagai bahan peledak untuk kepentingan militer dan pertambangan. Senyawa TNT dibuat dengan cara mereaksikan toluena dan asam nitrat pekat dengan katalis asam sulfat pekat. Berikut ini reaksi pembuatan TNT.



LATIHAN

A. Pilihan Ganda

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E

- Benzena memiliki sifat yang unik, yaitu lebih mudah mengalami substitusi daripada adisi. Hal ini disebabkan oleh adanya ...
 - Resonansi proton
 - Perpindahan atom H
 - Resonansi elektron
 - Perpindahan atom
 - Resonansi neutron
- Senyawa benzena dan turunannya termasuk golongan senyawa ...
 - Alifatik
 - Alkohol
 - Aromatik
 - Asam karboksilat
 - Hidrokarbon
- Pada suatu reaksi senyawa karbon, atom atau gugus atom suatu molekul senyawa diganti oleh atom atau gugus yang lain. Reaksi tersebut merupakan reaksi ...
 - Reaksi substitusi
 - Reaksi adisi
 - Reaksi eliminasi
 - Reaksi esterifikasi
 - Reaksi hidrolisis
- Karbol adalah senyawa turunan benzena yang banyak dipakai sebagai bahan antiseptik. Rumus molekul karbol adalah ...
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$

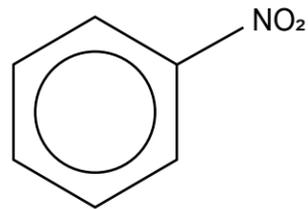
5. Alkil benzena dapat terbentuk jika benzena direaksikan dengan suatu alkil halida dengan bantuan katalis aluminium klorida. Jika dalam reaksi ini digunakan etil klorida, alkil benzena yang terbentuk adalah ...

- A. Benzil klorida
- B. Fenil klorida
- C. Asetil benzena
- D. Toluena
- E. Etil benzena

6. Senyawa yang umum digunakan sebagai pengawet dalam makanan kemasan adalah ...

- A. Anilin
- B. Asam benzoat
- C. Toluena
- D. Benzil alkohol
- E. Sikloheksadiena

7. Nama senyawa turunan benzena dengan rumus struktur berikut adalah ...



- A. Toluena
- B. Nitrobenzena
- C. Klorobenzena
- D. Anilin
- E. Asam benzoat

8. Asam benzoat dapat diperoleh dari hasil oksidasi senyawa ...

- A. Benzena
- B. **Toluena**
- C. Asetofenon
- D. Benzal klorida
- E. Fenol

9. Fenol dalam karbol atau lisol berfungsi untuk ...

- A. Menggantikan kaporit
- B. Menjernihkan air
- C. Mengharumkan kamar mandi
- D. **Membunuh kuman**
- E. Mengilapkan lantai

10. TNT dibuat dengan mereaksikan toluen dengan ...

- A. Nitrogen
- B. Nitrida
- C. Asam nitrat pekat
- D. Nitrogen dioksida
- E. Asam nitrit

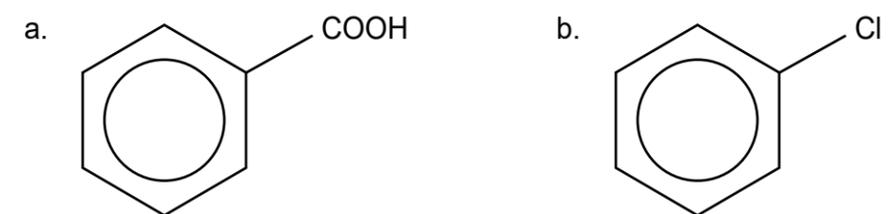
B. Uraian

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan tepat!

1. Tuliskan struktur dari senyawa turunan benzena berikut!

- a. Fenol
- b. Benzilbromida
- c. 3 – fenil – 1 – pentena
- d. Anilin

2. Tuliskan nama dari senyawa turunan benzena berikut!



- 3. Mengapa senyawa benzena mempunyai sifat stabil?
- 4. Jelaskan ciri-ciri yang khas dari senyawa benzena!
- 5. Jelaskan kegunaan trinitrotoluena (TNT), tuliskan rumus strukturnya!

UNIT 3

DARI UJUNG KAKI SAMPAI UJUNG RAMBUT

Pada umumnya masyarakat Indonesia makan nasi dengan lauk pauk seperti ikan, tahu, tempe, telur atau lainnya. Nasi dan kentang mengandung karbohidrat. Ikan, tahu, tempe, dan telur mengandung protein.

Karbohidrat dan protein merupakan polimer alam yang memiliki molekul besar yang disebut makromolekul. Selain polimer alam, juga ada polimer buatan (sintesis).

Di rumah Anda bisa menemukan berbagai perabotan rumah tangga, seperti kursi, ember, gayung, lemari, dan piring terbuat dari plastik. Bahkan jepit rambut, sepatu, dan sandal juga terbuat dari plastik.

Wajan atau panci anti lengket karena ada dilapisi Teflon. Plastik dan Teflon dikenal sebagai polimer sintesis atau polimer buatan yaitu polimer yang tidak terdapat di alam dan harus dibuat oleh manusia.

Tubuh kita juga terdiri atas makromolekul yang meliputi: karbohidrat, protein, dan lemak. Apa yang dimaksud dengan makromolekul?

Senyawa apa yang termasuk makromolekul? Bagaimana sifat polimer alam dan polimer sintesis?

Bagaimana proses pembuatan polimer sintesis? Apa kegunaan polimer? Anda akan mengetahui jawabannya dengan mempelajari Unit 3 ini yang membahas polimer sintesis, karbohidrat, dan protein serta lemak.



sumber: www.bing.com

Gambar 3. Polimer alam



sumber: www.bing.com

Gambar 3. Polimer buatan

A. Polimer

Polimer dapat diartikan sebagai senyawa besar yang terbentuk dari penggabungan monomer (molekul kecil). Jumlah monomer yang bergabung dapat mencapai puluhan ribu sehingga massa molekul relatif polimer bisa mencapai ratusan ribu, bahkan jutaan. Itulah sebabnya polimer disebut juga makromolekul. Berdasarkan asalnya, polimer dapat dibedakan atas polimer alam dan polimer sintesis. Polimer alam adalah polimer yang terdapat di alam dan berasal dari makhluk hidup. Contoh polimer alam, monomer, dan reaksi pembentukannya dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Polimer alam, monomer, dan Polimerisasi serta Contoh

No	Polimer Alam	Monomer	Polimerisasi	Contoh
1	Pati/ amilum	Glukosa	Kondensasi	Biji-bijian, akar umbi
2	Selulosa	Glukosa	Kondensasi	Sayur, kayu, kapas
3	Protein	Asam amino	Kondensasi	Susu, daging, telur, wol, sutera
4	Asam nukleat	Nukleotida	Kondensasi	Molekul DNA dan RNA (sel)
5	Karet alam	Isoprena	Adisi	Getah pohon karet

Polimer sintesis atau polimer buatan adalah polimer yang tidak terdapat di alam. Ahli kimia sudah berhasil mengembangkan polimer sintesis untuk kepentingan komersil, misalnya pembentukan serat untuk benang kain dan produksi ban yang elastis terhadap jalan raya. Contoh polimer sintesis dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Polimer Sintesis, Monomer dan Contoh

No	Polimer Sintesis	Monomer	Contoh
1	Polietena	Etena	Kantong, kabel, plastik
2	Polipropena	Propena	Tali, botol plastik
3	PVC	Vinil klorida	Pipa paralon
4	Polivinil alkohol	Vinil alcohol	Bak air
5	Teflon	Tetrafluoroetena	Wajan atau panci anti lengket
6	Dakron	Metil tereftalat dan etelina glikol	Pipa rekam magnetic, kain atau tekstil (wol sintetis)
7	Nilon	Asam adipat dan heksametilena diamin	tekstil
8	Polibutadiena	Butadiena	Ban motor
9	Polyester	Ester dan etilena glikol	Ban mobil
10	Melamin	Fenol Formaldehida	Piring dan gelas melamin
11.	Epoksi resin	Metoksi benzena dan alkohol sekunder	Penyalut cat (cat epoksi



Gambar 4. Produk yang dibuat dari Polimer Sintetis

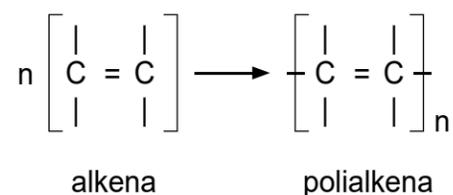
sumber: www.bing.com

B. Pembuatan Polimer

Reaksi pembentukan polimer disebut reaksi polimerisasi. Berdasarkan jenis monomernya, ada dua cara pembentukan polimer, yaitu adisi dan kondensasi.

1. Reaksi Polimerisasi Adisi

Pada reaksi polimerisasi adisi, monomernya berupa senyawa alkena, yaitu hidrokarbon tak jenuh yang memiliki ikatan rangkap dua. Reaksi polimerisasi adisi dari alkena membentuk polialkena. Secara umum, reaksi polimerisasi adisi dapat dirumuskan sebagai berikut.



Polimer-polimer yang terbentuk melalui reaksi polimerisasi adisi antara lain polietena (PE), polivinil klorida (PVC), karet alam, teflon, dan polipropena. Bagaimanakah persamaan reaksinya? Perhatikan tabel 9 berikut.

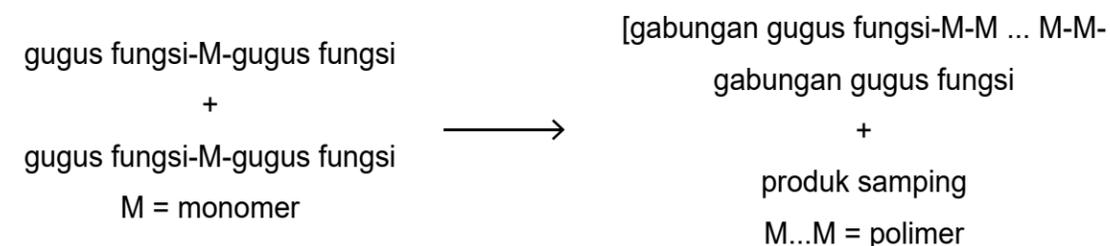
Tabel 9. Reaksi Polimerisasi Adisi Beberapa Senyawa

Monomer	Polimer	Persamaan Reaksi
Etena	Polietena	$n\text{CH}_2 = \text{CH}_2 \longrightarrow \left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$
Vinil klorida	Polivinil klorida	$n\text{CH}_2 = \text{CHCl} \longrightarrow \left[\text{CH}_2 - \text{CHCl} \right]_n$

Tetrafluoroetilena	Politetrafluoroetilena (teflon)	$n\text{CF}_2 = \text{CF}_2 \longrightarrow \left[\text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right]_n$
Isoprena	Poliisoprena (karet alam)	$n\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH} = \text{CH}_2 \longrightarrow \left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$
Propena	Polipropena	$n\text{CH}_3 = \text{CH} - \text{CH}_2 \longrightarrow \left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$

2. Reaksi Polimerisasi Kondensasi

Ciri khas reaksi polimerisasi kondensasi adalah monomernya mengandung gugus fungsi dan menghasilkan produk samping, seperti H_2O , HCl , NH_3 , dan CH_3COOH . Produk samping ini merupakan gabungan dari gugus fungsi setiap monomer. Secara umum, reaksi polimerisasi kondensasi dituliskan sebagai berikut.



Senyawa yang terbentuk melalui reaksi polimerisasi kondensasi, di antaranya protein, nilon, dan plastik polietilentereftalat (PET). Perhatikanlah tabel 10 berikut.

Tabel 10. Reaksi Polimerisasi Kondensasi Protein, Nilon, dan PET

Senyawa	Monomer 1	Monomer 2	Polimer yang Terbentuk	Hasil Samping
Protein	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} \\ & \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - & \text{C} \\ & \backslash \\ \text{R}_1 & \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} \\ & \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - & \text{C} \\ & \backslash \\ \text{R}_2 & \text{OH} \end{array}$	$\left[\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{H} & \text{O} \\ & & & \\ \text{N} - \text{C} - \text{C} - & \text{N} - \text{C} - \text{C} \\ & & & \\ \text{H} & \text{R}_1 & \text{H} & \text{R}_1 \end{array} \right]_n$	H_2O
Nilon	$n(\text{HO} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH})$	$\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2$	$\left[\text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{N} - (\text{NH}_2)_4 - \text{N} \right]_n$	H_2O
PET	$\begin{array}{c} \text{O} & \text{O} \\ & \\ \text{HO} - \text{C} & - \text{C} - \text{OH} \\ & \\ \text{C}_6\text{H}_4 & \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HO} - \text{CH}_2 \end{array}$	$\left[\begin{array}{c} \text{O} & \text{OH} \\ & \\ \text{C} & - \text{CH}_2 \\ & \\ \text{C}_6\text{H}_4 & \text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C} \\ & & \\ & \text{H} & \text{H}_2 \end{array} \right]_n$	

C. Penggolongan Polimer

Polimer dapat digolongkan berdasarkan asal, jenis monomer, dan sifatnya terhadap panas.

Pelajari uraian berikut ini!

- Berdasarkan asal, terdapat polimer alam dan polimer buatan (sintesis).
Contoh polimer alam, antara lain: protein, karet alam, selulosa, pati dan glikogen
Contoh polimer buatan, antara lain: karet buatan, nilon, teflon, plastik, dan PVC.
- Berdasarkan jenis monomernya, dibedakan menjadi:
 - Homopolimer. Contoh : polietilen, PVC, polistirena, teflon, amilum, selulosa
 - Kopolimer. Contoh : dakron dan nilon 66
- Berdasarkan sifatnya terhadap panas, dibedakan menjadi :
 - Termoplastik, adalah polimer yang tidak memiliki ikatan silang, akibatnya ia dapat dipanaskan berulang-ulang. Contoh: polietilen, polistirena, polipropilena dan PVC
 - Termosetting, adalah polimer yang memiliki ikatan silang, artinya hanya dapat dipanaskan sekali saja. Contoh: bakelit, melamin, dan uretan.

D. Plastik

Plastik merupakan polimer buatan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, di balik manfaatnya yang banyak, plastik juga ternyata menimbulkan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan. Apa saja kegunaan plastik dan dampaknya? Jenis plastik dan kegunaannya ditunjukkan pada tabel 11 berikut.

Tabel 11. Jenis Plastik dan Kegunaannya

Jenis Plastik	Kegunaan
Polietirenteleftalat (PET)	<ul style="list-style-type: none"> Kemasan minuman Bahan pakaian
Polietena/Polietilena (PE)	<ul style="list-style-type: none"> Kantung plastik Pembungkus makanan dan barang Mainan anak-anak Piringan hitam
Polivinil klorida	<ul style="list-style-type: none"> Mainan anak-anak Pipa paralon Furniture Piringan hitam Selang plastik Kulit kabel listrik
Polipropilena (PP)	<ul style="list-style-type: none"> Wadah aki kendaraan Sampul keping compact disk (CD) Karung plastik Tali plastik

Politetrafluoroetilena (Teflon)	<ul style="list-style-type: none"> Pelapis alat masak Gagang setrika
Polistirena (PS)	<ul style="list-style-type: none"> Gelas minuman Makanan siap saji Styrofoam Teflon
Nilon	<ul style="list-style-type: none"> Pakaian Peralatan kemah Tali panjat tebing

Plastik dapat menimbulkan masalah terhadap kesehatan dan lingkungan. Plastik sulit diuraikan oleh mikroorganisme. Jika plastik dibuang atau ditimbun ke dalam tanah, plastik akan merusak sifat tanah. Tanah yang mengandung plastik menjadi tidak subur. Selain itu, plastik juga dapat mengganggu kesehatan.

Jika dibakar, hasil pembakaran plastik berupa senyawa dioksin dapat menyebabkan kanker. Untuk mengatasi masalah sampah plastik, antara lain melakukan daur ulang limbah plastik dan mencari metode pembuatan plastik yang ramah lingkungan. Bagaimana pendapat Anda dalam menghadapi masalah limbah plastik?



sumber: www.indopostmanado.com

Gambar 5. Daur ulang sampah plastik

E. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan contoh polimer alami. Karbohidrat berasal dari tumbuhan yang tersusun atas unsur C, H, dan O dengan rumus molekul $C_n(H_2O)_n$. Istilah karbohidrat diambil dari kata karbon dan hidrat (air). Selain itu, karbohidrat juga dikenal dengan nama sakarida (Saccharum = gula). Senyawa karbohidrat mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya di dalam gula pasir, buah-buahan, gula tebu, air susu, beras, jagung, gandum, ubi jalar, kentang, singkong, dan kapas.

Berdasarkan jumlah sakarida yang dikandungnya, karbohidrat dapat digolongkan menjadi monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Gula pasir dan buah-buahan mengandung monosakarida, gula tebu dan air susu mengandung disakarida, sedangkan beras, jagung, gandum, ubi jalar, kentang, singkong, dan kapas mengandung polisakarida.



sumber: holisticcare.co.id

Gambar 6. Makanan sumber karbohidrat

1. Penggolongan Karbohidrat

Secara garis besar karbohidrat digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu:

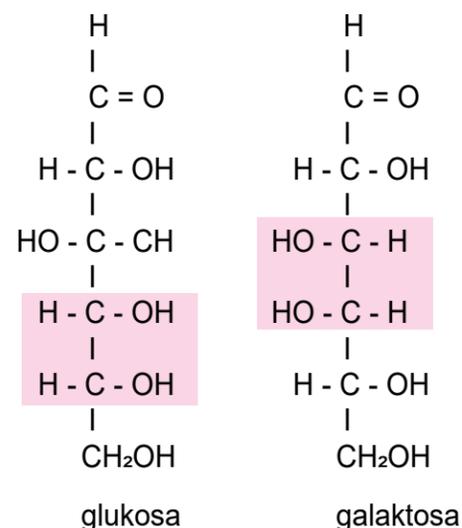
a. Monosakarida

Monosakarida merupakan karbohidrat yang paling sederhana, karena molekulnya hanya terdiri atas beberapa atom C dan tidak dapat diuraikan lagi menjadi karbohidrat yang lain dengan cara hidrolisis. Contoh: glukosa.

Monosakarida memiliki dua gugus fungsi, yaitu gugus karbonil (C=O) dan gugus hidroksil (-OH). Monosakarida dapat dikelompokkan berdasarkan letak gugus karbonilnya. Jika letak gugus karbonil di ujung, berarti monosakaridanya digolongkan ke dalam golongan aldosa.

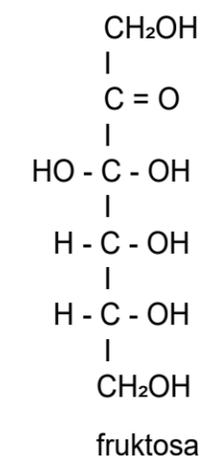
Disebut aldosa karena gugus karbonil yang berada di ujung membentuk gugus aldehyd. Jenis monosakarida yang tergolong aldosa adalah glukosa dan galaktosa, sedangkan yang tergolong ketosa adalah fruktosa. Pada glukosa, posisi -OH yang sama berada pada C-4 dan C-5, sedangkan pada galaktosa posisi -OH yang sama pada C-3 dan C-4.

Jika gugus karbonil terletak di antara alkil, berarti gugus fungsional digolongkan sebagai golongan



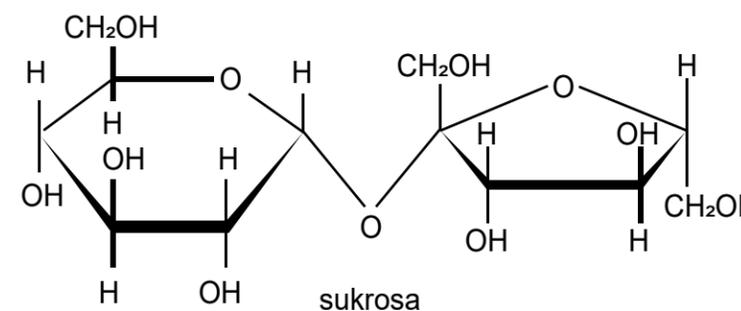
ketosa. Disebut ketosa karena gugus karbonilnya membentuk gugus keton. Bagaimana dengan fruktosa? Fruktosa memiliki gugus karbonil yang terletak di antara alkil, posisi -OH yang sama adalah pada C-4 dan C-5. Perhatikanlah gambar berikut.

Monosakarida banyak ditemukan di alam. Tahukah Anda, bahan-bahan apa saja yang mengandung monosakarida? Glukosa banyak terdapat di dalam buah-buahan yang sudah masak atau matang, terutama buah anggur. Darah manusia juga mengandung glukosa yang disebut gula darah. Fruktosa sering ditemukan dalam bentuk campuran dengan glukosa. Fruktosa banyak terkandung di dalam buah-buahan dan madu.



b. Disakarida

Beberapa disakarida yang penting, antara lain: sukrosa, maltosa, dan laktosa yang mempunyai rumus molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Disakarida terbentuk dari dua molekul monosakarida melalui ikatan glikosida. Perhatikanlah gambar berikut.



Gambar 7. Molekul sukrosa

c. Polisakarida

Polisakarida merupakan polimer dari heksosa dengan rumus molekul $(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5)_n$, karbohidrat yang termasuk polisakarida antara lain :

1) Amilum

Amilum adalah zat tepung (pati) yang terdapat dalam umbi-umbian, jagung, beras dan gandum. Hidrolisis amilum dengan katalis asam atau enzim maltase akan menghasilkan glukosa. Amilum dihasilkan oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis.

2) Glikogen

Glikogen merupakan karbohidrat yang



sumber: eatthismuch.com

Gambar 8. Kerang sumber glikogen

PENUGASAN 1

Identifikasi Sumber Protein

Tubuh kita membutuhkan protein sebagai zat pembangun. Setiap hari kita perlu mengonsumsi makanan yang mengandung protein, yang dapat berasal dari hewan dan tumbuhan. Protein hewani merupakan asupan nutrisi protein yang berasal dari hewan atau produk olahannya. Protein nabati berasal dari konsumsi tanaman atau berbagai jenis olahannya.

Protein hewani dan protein nabati merupakan kunci nutrisi penting yang berguna untuk pembentukan sel-sel baru dalam tubuh, mempengaruhi kerja enzim, hormon, **dan** kekebalan tubuh. Demi memenuhi asupan kebutuhan **protein** yang dibutuhkan oleh tubuh, kita perlu mengetahui makanan **sumber protein**.

1. Tujuan

Mengidentifikasi makanan sumber protein hewani dan protein nabati

2. Media

Internet, buku, dan referensi lainnya

3. Langkah kerja

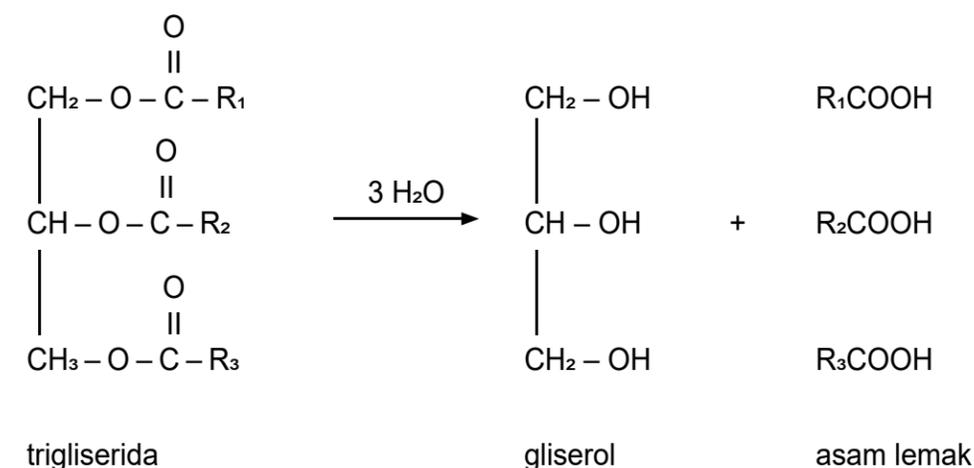
- Menelusuri informasi melalui internet dan buku tentang makanan sumber protein hewani dan protein nabati.
- Temukan 5 jenis makanan sumber protein hewani dan 5 makanan sumber protein nabati.
- Catat temuan Anda pada lembar kerja berikut.

No	Jenis Makanan	Kandungan Protein	
		Nabati	Hewani
1	Tahu dan tempe	V	
2	Daging Ikan		V
3		
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

- Bandingkan hasil kerja Anda dengan teman.

G. Lemak dan Minyak

Dalam kehidupan sehari-hari, Anda tentu sangat mengenal lemak dan minyak. Apa persamaan dan perbedaan antara lemak dan minyak? Lemak dan minyak merupakan ester dari asam lemak dan gliserol yang disebut trigliserida. Struktur trigliserida memiliki tiga gugus alkil, yaitu R₁, R₂, dan R₃ yang merupakan gugus nonpolar dengan jumlah atom karbon antara 11 sampai dengan 23. Lemak dan minyak memiliki rumus dan struktur umum sebagai berikut.



Lemak dan minyak dapat dibedakan dari wujudnya. Pada suhu kamar, lemak berwujud padat sedangkan minyak berwujud cair. Perbedaan wujud lemak dipengaruhi oleh susunan asam lemaknya. Lemak banyak mengandung asam lemak jenuh sedangkan minyak banyak mengandung asam lemak takjenuh. Apakah yang dimaksud dengan asam lemak jenuh dan takjenuh? Asam lemak jenuh tidak memiliki ikatan rangkap antaratom karbon sedangkan asam lemak takjenuh memiliki ikatan rangkap antaratom karbon. Perhatikan rumus molekul asam lemak jenuh dan asam lemak takjenuh pada tabel 12 berikut.

Tabel 12. Asam Lemak Jenuh dan Asam Lemak Takjenuh

Asam Lemak	Rumus Molekul	Sifat
Asam palmitat	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Asam lemak jenuh
Asam stearat	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Asam lemak jenuh
Asam oleat	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH = CH(CH ₂) ₇ COOH	Asam lemak takjenuh
Asam linoleat	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH = CHCH ₂ CH = CH(CH ₂) ₇ COOH	Asam lemak takjenuh

Ada dua jenis asam lemak takjenuh, yaitu asam lemak takjenuh tunggal dan asam lemak takjenuh ganda. Asam lemak takjenuh tunggal disebut omega-9. Penamaan ini disebabkan ikatan rangkapnya terletak pada atom C kesembilan. Anda juga mungkin pernah mendengar istilah omega-3 dan omega-6 pada produk makanan.



sumber : www.purplecitrus.ca /www.thesun.co.uk/fineartamerica.com

Gambar 11. Contoh minyak dan lemak, minyak kelapa (kiri), mentega (tengah) dan margarine (kanan)

Kedua nama ini merupakan nama lain dari asam lemak takjenuh ganda yang ikatan rangkapnya terletak pada atom C ketiga dan keenam. Selain wujudnya, lemak dan minyak juga dapat dibedakan dari asalnya. Pada umumnya, lemak berasal dari hewan, kecuali lemak cokelat. Mentega, margarin, minyak tumbuhan, minyak hewan, susu, dan kacang-kacangan merupakan contoh bahan yang mengandung lemak. Adapun minyak, pada umumnya berasal dari tumbuhan. Beberapa contoh minyak, antara lain minyak kelapa, minyak kedelai, dan minyak jagung.

Dalam kehidupan sehari-hari, lemak dan minyak digunakan dalam proses pengolahan makanan. Misalnya minyak goreng digunakan untuk menggoreng makanan sedangkan mentega biasanya untuk bahan pembuat kue, roti, dan pemberi aroma serta penambah rasa agar makanan lebih gurih. Di balik manfaatnya, penggunaan lemak juga dapat membahayakan kesehatan. Asam lemak jenuh dapat meningkatkan jumlah kolesterol dalam darah yang dapat mengakibatkan penyakit jantung koroner dan hipertensi. Oleh sebab itu, sebaiknya gunakan minyak yang mengandung asam lemak takjenuh karena tidak meningkatkan kadar kolesterol dalam darah, bahkan dapat menurunkan kolesterol.

1. Klasifikasi lemak

Berdasarkan ikatan antaratom karbon dalam lemak, maka lemak dibedakan menjadi dua jenis, yaitu: lemak jenuh dan lemak takjenuh

a. Lemak jenuh

Lemak jenuh merupakan lemak yang gugus alkilnya hanya memiliki ikatan tunggal



sumber: pinterest.com

Gambar 12. Makanan yang digoreng

antarkarbon. Contoh: asam laurat ($C_{11}H_{23}COO$), asam miristat ($C_{13}H_{27}COOH$), asam palmitat ($C_{15}H_{31}COOH$), asam stearat ($C_{17}H_{35}COOH$), dan asam arakhidat ($C_{19}H_{39}COOH$)

b. Lemak tak jenuh

Lemak takjenuh merupakan lemak yang gugus alkilnya memiliki ikatan rangkap antaratom karbon. Lemak tak jenuh disebut minyak/lemak nabati yang banyak terdapat pada tumbuhan. Contoh: asam palmitoleat ($C_{15}H_{29}COOH$), asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$), asam linoleat ($C_{17}H_{31}COOH$), asam linolenat ($C_{17}H_{29}COOH$).

2. Sifat-sifat lemak

a. Sifat fisis

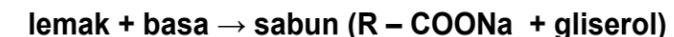
- 1) Lemak dan minyak tidak dapat larut dalam air
- 2) Minyak mempunyai titik leleh dan titik didih lebih rendah daripada lemak
- 3) Lemak berwujud padat pada suhu kamar
- 4) Minyak berwujud cair pada suhu kamar

b. Sifat kimia

- 1) Gugus alkil pada lemak merupakan rantai karbon jenuh, sedangkan pada minyak merupakan rantai karbon tak jenuh.
- 2) Kereaktifan trigliserida dipengaruhi oleh ester dan juga ketidakjenuhan rantai karbon
- 3) Reaksi lemak dan minyak antara lain sebagai berikut :
 - a) Hidrolisis lemak atau minyak menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol.



- b) Reaksi penyabunan yang merupakan pembentukan sabun dari reaksi lemak dan basa NaOH (NaOH/KOH)



- c) Hidrogenasi lemak/minyak untuk menjenuhkan ikatan rangkap pada rantai karbon



3. Kegunaan Lemak

Kegunaan dan minyak antara lain sebagai berikut :

- a. Lemak berfungsi sebagai cadangan makanan / sumber energi dalam tubuh manusia dan hewan
- b. Lemak digunakan untuk bahan pembuatan sabun
- c. Lemak digunakan untuk pembuatan mentega
- d. Minyak digunakan untuk pembuatan sabun dengan terlebih dahulu mengalami hidrogenasi
- e. Minyak digunakan untuk menggoreng makanan
- f. Minyak hidrogenasi dibuat menjadi mentega, seperti mentega minyak kacang, mentega minyak jagung, dan mentega minyak kedelai.

PENUGASAN 2

Perbedaan Lemak dan Minyak

Minyak dan Lemak adalah salah satu kelompok yang termasuk golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, contohnya dietil eter, kloroform dan hidrokarbon lainnya. Lemak dan minyak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Minyak dan lemak juga berfungsi sebagai sumber dan pelarut bagi vitamin A, D, E, dan K.

1. Tujuan

Menyelidiki perbedaan antara lemak dan minyak

2. Media/Alat dan Bahan:

- Termometer
- Gelas kimia
- Pemanas
- Es batu atau lemari es
- Panci
- Lemak hewan, seperti sapi atau domba
- Minyak goreng
- Mentega/margarin

3. Langkah Kerja

- Tuangkan minyak goreng ke dalam gelas kimia. Amati wujud minyak pada suhu kamar. Diamkan selama beberapa jam, amati kembali wujudnya. Masukkan ke dalam lemari es atau rendam dalam es dan amati kembali wujudnya.
- Masukkan lemak hewan ke dalam gelas kimia. Amati wujud lemak pada suhu kamar. Lalu, panaskan hingga mencair. Cairan yang dihasilkan dimasukkan ke dalam gelas kimia. Diamkan selama beberapa jam, amati wujudnya. Masukkan ke dalam lemari es atau rendam dalam es, amati kembali wujudnya.
- Masukkan mentega atau margarin ke dalam gelas kimia. Amati wujudnya pada suhu kamar. Diamkan selama beberapa jam, amati wujudnya. Masukkan ke dalam lemari es atau rendam dalam es, amati kembali wujudnya.
- Jawablah pertanyaan berikut ini sesuai dengan hasil pengamatan Anda!
 - Bahan yang berwujud padat pada suhu kamar adalah ...
 - Bahan yang berwujud cair pada suhu kamar adalah ...
 - Apa yang terjadi ketika lemak hewan dipanaskan dan didinginkan?
 - Apa yang terjadi ketika mentega dipanaskan dan didinginkan?
 - Apa yang terjadi ketika minyak goreng didinginkan dan dipanaskan?

LATIHAN

A. Pilihan Ganda

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E

1. Diketahui data berikut :

- Pada suhu kamar berwujud padat
- Dengan NaOH/KOH membentuk sabun

Sifat-sifat di atas dimiliki oleh ...

- | | | |
|-----------------|---------------|----------------|
| A. Lemak | B. Protein | C. Karbohidrat |
| D. Asam nukleat | E. Asam amino | |

2. Reaksi saponifikasi adalah reaksi lemak atau minyak dengan ...

- | | | |
|------------|----------|--------|
| A. NaOH | B. Ester | C. Air |
| D. Alkohol | E. Eter | |

3. Pada proses pembuatan margarin, minyak dipadatkan menjadi lemak dengan cara ...

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| A. Pendinginan | B. Pemanasan | C. Netralisasi |
| D. Oksidasi | E. Hidrogenasi | |

4. Senyawa yang termasuk polimer buatan adalah ...

- | | | |
|-----------------|--------------------------|----------|
| A. Poliisoprena | B. Polietilen tereftalat | C. Lemak |
| D. Protein | E. Karbohidrat | |

5. Di antara karbohidrat berikut yang termasuk polisakarida adalah ...

- | | | |
|--------------|-------------|-------------|
| A. Sukrosa | B. Laktosa | C. Glikogen |
| D. Galaktosa | E. Dekstrin | |

6. Hasil hidrolisis dari sukrosa adalah ...

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| A. Glukosa dan galaktosa | B. Glukosa dan glukosa | C. Fruktosa dan galaktosa |
| D. Glukosa dan fruktosa | E. Fruktosa dan fruktosa | |

7. Pasangan polimer manakah yang merupakan polimer sintetik?

- | | | |
|----------------------------|------------------|-------------------------|
| A. Polietilena dan amilum | B. PVC dan nilon | C. Poliester dan amilum |
| D. Polistirena dan protein | E. Nilon dan DNA | |

8. Protein adalah suatu makromolekul yang komponen utamanya adalah ...

- A. Karbohidrat B. Hidrokarbon C. Lipid
D. Asam amino E. Asam nukleat

9. Senyawa berikut yang merupakan asam lemak takjenuh adalah ...

- A. Asam oleat B. Asam laurat C. Asam miristat
D. Asam palmitat E. Asam stearat

10. Polimer yang bersifat antilengket adalah ...

- A. PVC B. Nilon C. Bakelit
D. Polistirena E. Politetrafluoroetilena

B. Uraian

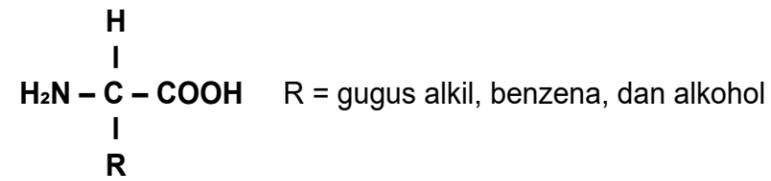
Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan perbedaan istilah polimer dan polimerisasi!
2. Jelaskan perbedaan polimer alam dan polimer buatan serta contohnya!
3. Jelaskan perbedaan antara polimeisasi kondensasi dan polimerisasi adisi serta contoh polimer yang terbentuk!
4. Kebutuhan energi dapat dipenuhi dengan mengkonsumsi makanan sumber karbohidrat, protein, dan lemak. Jelaskan pengertian dari karbohidrat, protein, dan lemak!
5. Sebutkan tiga macam disakarida yang ada di alam!
6. Tuliskan dua contoh protein serat dan protein globular. Jelaskan perbedaan sifat di antara keduanya!
7. Jelaskan kegunaan minyak!
8. Mengapa lemak tak jenuh lebih cepat teroksidasi (bau tengik) daripada lemak jenuh?
9. Dalam urine penderita penyakit diabetes dapat diidentifikasi adanya senyawa ...
10. Jelaskan perbedaan dan persamaan antara asam amino dan protein!

RANGKUMAN

1. Senyawa karbon turunan alkana terdiri atas alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, dan haloalkana.
2. Alkohol dan eter memiliki rumus umum $C_nH_{2n+2}O$. Alkohol memiliki gugus fungsi $-OH$ dan eter $-OR$. Alkohol digunakan sebagai pelarut dan zat antiseptik, sedangkan eter sering digunakan sebagai zat anestetik.
3. Aldehid dan keton memiliki rumus umum $C_nH_{2n}O$. Gugus fungsi aldehid adalah $-C(=O)-H$ dan keton adalah $-C(=O)-$. Aldehid digunakan sebagai desinfektan dan pengawet, sedangkan keton digunakan sebagai pelarut.
4. Asam karboksilat dan ester memiliki rumus umum $C_nH_{2n}O_2$. Gugus fungsi asam karboksilat adalah $-COOH$ dan ester $-COOR$. Asam karboksilat digunakan sebagai zat aditif dan pengawet, sedangkan ester digunakan sebagai pelarut dan pewangi.
5. Benzena adalah senyawa aromatik dengan rumus kimia C_6H_6 memiliki struktur berbentuk segi enam dan berikatan rangkap selang-seling.
6. Benzena mengalami reaksi substitusi (halogenasi, nitration, sulfonasi, alkilasi, dan asilasi). Apabila ada dua substituen yang tersubstitusi, akan menghasilkan posisi orto, meta, atau para.
7. Sifat fisis benzena adalah tidak berwarna, mudah terbakar, dan berwujud cair.
8. Contoh-contoh senyawa turunan benzena, antara lain: aspirin, anilina, fenol, asam salisilat, asam benzoat, dan parasetamol serta TNT (Trinitrotoluene).
9. Polimer dapat digolongkan berdasarkan cara pembentukan, asal, sifat, dan monomernya.
10. Pembentukan polimer dapat dilakukan dengan cara adisi dan kondensasi.
11. Contoh polimer alam: amilum, selulosa, wol, protein, sutra, dan katun
12. Contoh polimer sintetik: plastik PE, plastik PP, plastik PET, plastik PVC, nilon, dan bakelit.
13. Polimer termoplastik memiliki sifat melunak ketika dipanaskan dan mengeras kembali setelah didinginkan.
14. Polimer termoset bersifat tahan panas dan tidak melunak ketika dipanaskan.
15. Homopolimer adalah polimer yang terdiri atas monomer-monomer yang sama sedangkan kopolimer adalah polimer yang terdiri atas monomer-monomer yang berbeda.
16. Karbohidrat adalah contoh polimer yang ada di alam. Adanya karbohidrat dalam suatu sampel dapat diketahui dengan uji Fehling, Uji Benedict, Uji amilum.
17. Karbohidrat digunakan sebagai pemanis (sukrosa dan fruktosa), pengawet (sukrosa), cairan infus (glukosa), zat aditif dalam makanan bayi (maltosa), pengental dan pengisi (amilum), bahan pembuat kertas, rayon, dan selulosa asetat (selulosa).

18. Protein merupakan senyawa makromolekul yang terbentuk dari hasil polimerisasi kondensasi asam amino. Rumus struktur asam amino:



19. Asam amino bersifat amfoter, ion zwitter, dan optis aktif
20. Antar molekul asam amino berikatan kovalen yang disebut ikatan peptida.
21. Protein dapat digolongkan berdasarkan struktur, bentuk, fungsi, asal, dan jenis monomernya.
22. Protein serat tidak larut dalam air, sedangkan protein globular larut dalam air
23. Protein hewani berasal dari daging, ikan, susu. Protein nabati berasal dari kacang-kacangan.
24. Protein sederhana hanya terdiri atas asam amino, sedangkan protein konjugasi terdiri atas asam amino dan gugus lain.
25. Protein dapat mengalami denaturasi, yaitu perubahan struktur secara alami.
26. Lemak dapat digolongkan berdasarkan trigliserida, fosfolipid, dan steroid.
27. Lemak berfungsi sebagai sumber energi, pengemulsi, komponen membran sel, hormon, provitamin D, dan pelarut.

UJI KOMPETENSI

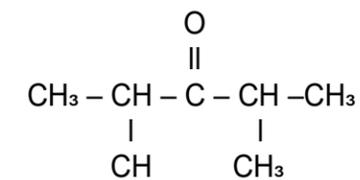
A. Pilihan Ganda

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E

1. Rumus bangun alkohol sekunder berikut adalah ...

- A. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$
- B. $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$
- C. $(\text{CH}_3)_3\text{CHOH}$
- D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{OH}$
- E. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$

2. Perhatikan rumus struktur berikut :



Nama senyawa tersebut adalah ...

- A. 2,2 – dimetil – 1 – pentanol
 - B. 2,24 – dimetil – 3 – pentanol
 - C. 1,1,1,1 – tetrametil – 1 – pentanon
 - D. 2,4 – dimetil – 4 – pentanon
 - E. 2,4 – dimetil – 3 – pentanon
3. Bahan peledak yang dikenal dengan nama dinamit merupakan turunan dari benzena yang memiliki gugus $-\text{CH}_3$ dan $-\text{NO}_2$, senyawa tersebut lazim dikenal sebagai ...
- A. TNT
 - B. NMB
 - C. Tetranitrotoluna
 - D. Trinitrotoluen
 - E. Nitrometilbenzena
4. Salah satu sifat polimer berikut yang menjadikan sebagai produk yang kurang ramah lingkungan adalah ...

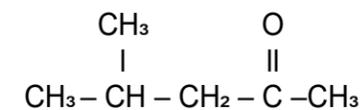
- A. Jika dibakar menghasilkan gas metana
 B. Tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme
 C. Dapat teroksidasi oleh udara sekelilingnya
 D. Mudah berkarat
 E. Tidak bisa didaur ulang
5. Karet alam merupakan polimer yang terbentuk dari monomer ...
- A. Tetoron
 B. Nilon
 C. Bakelit
 D. Karet
 E. Teflon
6. Berikut yang merupakan polimer plastik adalah ...
- A. Poliisoprena
 B. Polietilena
 C. Polipropilena
 D. Polibutadiena
 E. Nilon
7. Karbohidrat yang tergolong disakarida adalah ...
- A. Pati
 B. Glukosa
 C. Galaktosa
 D. Fruktosa
 E. Maltosa
8. Berikut beberapa kegunaan makanan dalam tubuh
- 1) Membantu penyerapan kalsium
 - 2) Sumber energi utama
 - 3) Pengatur aktivitas seluler (hormon)
 - 4) Pelindung (antibodi) dari serangan penyakit
- Kegunaan protein dalam makanan terdapat pada nomor ...
- A. 1) dan 2)
 B. 1) dan 4)
 C. 2) dan 3)
 D. 2) dan 4)
 E. 3) dan 4)

9. Reaksi saponifikasi adalah reaksi lemak atau minyak dengan ...
- A. NaOH
 B. Ester
 C. Air
 D. Alkohol
 E. Eter
10. Gliserida berikut yang merupakan minyak adalah ...
- A. Tripalmitat
 B. Trioleat
 C. Trilaurat
 D. Tistearat
 E. Triarakhidat

B. Uraian

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Suatu senyawa $C_5H_{12}O$ dapat bereaksi dengan Na dan jika dioksidasi akan menghasilkan zat yang dapat memerahkan kertas lakmus. Apa nama senyawa yang dimaksud?
2. Berilah nama senyawa berikut :



3. Senyawa-senyawa turunan benzena berturut-turut memiliki gugus fungsi $-\text{OH}$, $-\text{CH}_3$, dan $-\text{COOH}$. Tuliskan nama ketiga senyawa benzena tersebut!
4. Sebutkan sumber zat berikut yang berada di alam
 - a. Glukosa
 - b. Galaktosa
 - c. Maltosa
 - d. Laktosa
5. Tuliskan reaksi hidrolisis lemak!

Kunci Jawaban dan Penilaian

Unit 1: Latihan

A. Pilihan Ganda

- B (aldehid)
- C (3-metil-3-heptanol)
- C (2-propanol)
- B (butanon)
- C (-CHO)
- C (alkanal)
- C (alkohol sekunder)
- C (ester)
- D (-COOH)
- B (-CO)

B. Uraian

- Tuliskan nama senyawa karbon turunan alkana berikut ini!

No	Rumus Struktur	Pembahasan	Nama Senyawa
a	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<p>Ada gugus fungsi -OH (alkohol)</p> $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>rantai induk</p> <p>cabang</p>	2-metil-2 propanol
b	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{O} - \text{CH}_3 \end{array}$	<p>Gugus fungsi -O- (eter)</p> <p>Rantai C pendek digabung dengan atom O menjadi alkoksi, rantai panjang jadi alkana</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{O} - \text{CH}_3 \end{array}$ <p>metoksi</p>	2-metoksi propana
c	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H}$	<p>Gugus fungsi $\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H}$ (aldehid)</p> <p>Ada 5 atom C pada rantai karbon</p>	pentanal
d	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_3$	<p>Gugus fungsi $\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} -$ (keton)</p> <p>Ada 5 atom C pada rantai karbon</p>	2-pentanon
e	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$	<p>Gugus fungsi -COOH</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$ <p>Ada 5 atom C pada rantai karbon dan cabang metil di C kedua</p>	Asam 2-metilpentanoat

- Tuliskan rumus struktur senyawa turunan alkana berikut ini!

No	Nama Senyawa	Rumus Struktur
a	2-metil-2-propanol	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$
b	3-metoksipentana	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{OCH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
c	2-metil-3-pentanon	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$
d	2,2-dimetilpropanal	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_2 - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
e	Asam-2,3-dimetil butanoat	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \quad \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$
f	Metil metanoat	$\begin{array}{c} \text{H} - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$

- Karena asam karboksilat mempunyai ikatan hidrogen, sehingga asam karboksilat mempunyai titik didih yang lebih tinggi dibandingkan dengan alkohol, meskipun Mr nya sama.
- Kelarutan asam karboksilat dalam air lebih tinggi dibandingkan dengan alkohol, eter dan yang lainnya.
- Titik didih ester lebih tinggi daripada asam karboksilat, walaupun keduanya adalah isomer.

Unit 2: Latihan

A. Pilihan Ganda

- Benzena merupakan senyawa tak jenuh (memiliki ikatan rangkap) yang lebih mudah mengalami reaksi substitusi daripada reaksi adisi. Hal ini terjadi karena adanya resonansi yang menyebabkan elektron pada senyawa benzena selalu berpindah-pindah. Bagaimana resonansi elektron tersebut berlangsung? Ikatan rangkap merupakan kumpulan elektron. Jika suatu pereaksi, seperti bromin atau asam halida direaksikan dengan benzena, kumpulan elektron pada ikatan rangkap benzena akan terdelokalisasi ke ikatan tunggal sehingga ikatan tunggal tersebut berubah menjadi ikatan rangkap. Hal ini berlangsung terus-menerus sehingga menyulitkan terjadinya reaksi adisi.

Jawaban: C (resonansi elektron)

2. Benzena dan turunannya termasuk golongan senyawa aromatik, senyawa aromatik maksudnya bahwa senyawa tersebut bergabung membentuk suatu lingkaran, serta memiliki bau harum dan dikenal juga turunan-turunannya.

Senyawa hidrokarbon alifatik adalah senyawa karbon yang rantai C nya terbuka dan rantai C itu memungkinkan bercabang. Alkohol adalah kelompok senyawa yang mengandung satu atau lebih gugus fungsi hidroksil (-OH) pada suatu senyawa alkana. Asam alkanoat atau asam karboksilat merupakan golongan senyawa karbon yang mempunyai gugus fungsional -COOH terikat langsung pada gugus alkil.

Jawaban: C (aromatik)

3. Pada reaksi substitusi, atom atau gugus atom suatu molekul senyawa diganti oleh atom atau gugus yang lain.

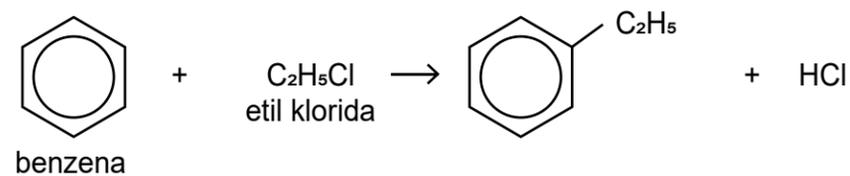
Jawaban: A (reaksi substitusi)

4. Karbol merupakan senyawa fenol, yaitu suatu turunan benzena yang memiliki gugus -OH. Jadi, jawaban yang benar adalah C₆H₅OH.

Jawaban: A (C₆H₅OH)

5. Reaksi antara benzena dan alkil halida disebut sintesis Friedel Crafts:

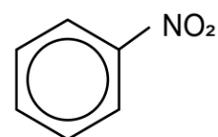
Jawaban: E (etil benzena)



6. Asam benzoat digunakan sebagai pengawet makanan (saos, kecap dan sirup) dan minuman. Asam benzoat sulit larut dalam air. Oleh karena itu, senyawa ini sering digunakan dalam bentuk garamnya. Anilin digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan obat-obatan golongan sulfa, seperti sulfanilamid dan sulfamerazin. Toluena digunakan sebagai bahan peledak. Benzil alkohol digunakan sebagai zat antiseptik dalam obat kumur untuk mengurangi bau mulut.

Jawaban : B (asam benzoat)

7. Nama senyawa turunan benzena dengan rumus struktur berikut adalah ...



Jawaban: B (Nitrobenzena)

Senyawa tersebut merupakan benzena dengan substituen nitro sehingga namanya adalah nitrobenzena.

8. Asam benzoat digunakan untuk sintesis zat warna dan juga sebagai pengawet makanan karena mempunyai sifat antiseptik. Asam benzoat dapat diperoleh dari oksidasi toluena.

Jawaban : B (Toluena)

9. Dalam kehidupan sehari-hari, fenol digunakan untuk membuat karbol, suatu desinfektan untuk kamar mandi dan lantai.

Jawaban: D (membunuh kuman)

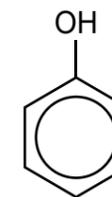
10. TNT diperoleh dengan mereaksikan toluena dengan asam nitrat pekat dan asam sulfat pekat.

Jawaban: C (asam nitrat pekat)

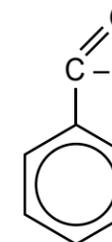
B. Uraian

1. Rumus struktur dari

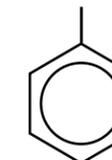
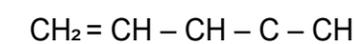
- a. Fenol



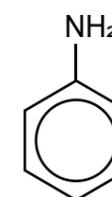
- b. Benzilbromida



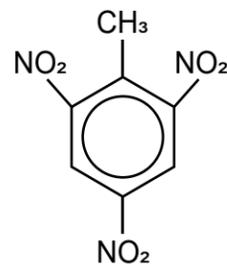
- c. 3 - fenil - 1 - pentena



- d. Anilin



2. Nama senyawa turunan benzena tersebut adalah :
 - a. Asam benzoat
 - b. Kloro benzena
3. Mengapa benzena bersifat stabil, karena struktur benzena mempunyai bentuk siklo (tertutup) dengan sifat dapat beresonansi, yang artinya ikatan rangkapnya yang berselang seling dapat berpindah tempatnya.
4. Ciri-ciri khas dari benzena antara lain:
 - a. Mempunyai bentuk tertutup (siklo)
 - b. Mempunyai ikatan rangkap tunggal berselang seling
 - c. Bersifat aromatis
 - d. Turunannya ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan
5. TNT adalah salah satu bahan peledak (bom). Rumus strukturnya adalah ...



C. Penugasan 1

Identifikasi sumber protein

Penilaian

No	Jenis Makanan	Kandungan Protein		Skor
		Nabati	Hewani	
1	Tahu dan tempe	√		1
2	Daging Ikan		√	1
3	Daging sapi		√	1
4	Daging ayam		√	1
5	Telur		√	1
6	Susu sapi		√	1
7	Susu kedelai	√		1
8	Kacang polong	√		1
9	Kacang buncis	√		1
10	Kacang tanah	√		1
Skor maksimum				10

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Skor yang Anda peroleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

D. Penugasan 2

Perbedaan Lemak dan Minyak

Pembahasan:

Lemak dan minyak dapat dibedakan dari wujudnya. Pada suhu kamar, lemak termasuk mentega dan margarin berwujud padat, sedangkan minyak berwujud cair. Perbedaan wujud lemak ini dipengaruhi susunan asam lemaknya. Lemak banyak mengandung asam lemak jenuh, sedangkan minyak banyak mengandung asam lemak takjenuh. Lemak hewan dan mentega mencair saat dipanaskan dan membeku jika didinginkan. Sedangkan minyak tetap berwujud cair ketika dipanaskan dan didinginkan.

Unit 3: Latihan

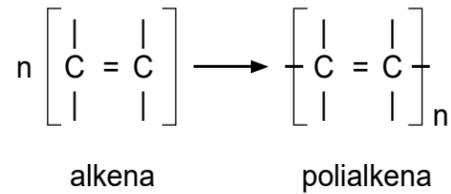
A. Pilihan Ganda

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. A (lemak) | 6. D (glukosa dan fruktosa) |
| 2. A (NaOH) | 7. B (PVC dan nilon) |
| 3. A (pendinginan) | 8. D (asam amino) |
| 4. B (Polietilen tereftalat) | 9. A (asam oleat) |
| 5. C (glikogen) | 10. E (politetrafluoroetilena) |

B. Uraian

1. Polimer adalah senyawa molekul besar berbentuk rantai atau jaringan yang tersusun dari gabungan ribuan hingga jutaan monomer. Plastik pembungkus, botol plastik, styrofoam, nilon, dan pipa paralon termasuk material yang disebut polimer. Reaksi pembentukan polimer disebut reaksi polimerisasi. Berdasarkan jenis monomernya, ada dua cara pembentukan polimer, yaitu cara adisi dan kondensasi.
2. Polimer alami dapat ditemukan di alam, contoh: karbohidrat, protein, lemak, dan getah karet. Sedangkan polimer buatan dibuat di laboratorium dengan cara sintesis, contoh: nilon, PVC, dan Teflon.
3. Perbedaan reaksi polimerisasi kondensasi dan polimerisasi adisi
 Reaksi polimerisasi kondensasi adalah monomernya mengandung gugus fungsi dan dihasilkannya produk samping, seperti H_2O , HCl , NH_3 , dan CH_3COOH . Produk samping ini merupakan gabungan dari gugus fungsi setiap monomer. Contoh senyawa yang terbentuk melalui polimerisasi kondensasi, antara lain: protein, nilon, dan plastik polietilentereftalat (PET).
 Pada reaksi polimerisasi adisi, monomernya merupakan senyawa alkena, yaitu hidrokarbon takjenuh yang memiliki ikatan rangkap dua. Reaksi polimerisasi adisi dari

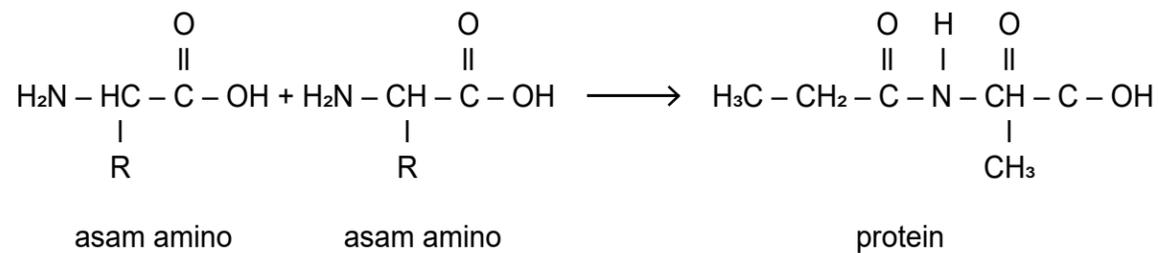
alkena membentuk polialkena. Secara umum, reaksi polimerisasi adisi dapat dirumuskan sebagai berikut.



Polimer-polimer yang terbentuk melalui reaksi polimerisasi adisi antara lain polietena (PE), polivinil klorida (PVC), karet alam, teflon, dan polipropena.

4. Karbohidrat adalah senyawa yang mengandung unsur C, H dan O

Protein adalah senyawa polipeptida yang dihasilkan dari polimerisasi asam-asam amino.



Lemak adalah triester dari gliserol serta asam lemak.

5. Tiga macam disakarida yang ada di alam, yaitu : sukrosa, maltosa, dan laktosa
6. Contoh protein globuler, yaitu: albumin dan globulin
7. Kegunaan minyak, antara lain: menyimpan energi yang dihasilkan dari makanan dan untuk minyak goreng.
8. Karena lemak tak jenuh mengandung ikatan rangkap dua pada rantai karbon
9. Penyakit diabetes (kencing manis) disebabkan oleh tingginya kadar glukosa dalam darah. Jadi, dalam urine penderita penyakit diabetes dapat diidentifikasi adanya senyawa glukosa.
10. Asam amino adalah unit terkecil dari protein, sedangkan protein merupakan gabungan dari asam amino.

Uji Kompetensi

A. Pilihan Ganda

1. B ($(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$)
2. E (2,4-dimetil-3-pentanon)
3. A (TNT)
4. E (tidak bisa didaur ulang)
5. D (karet)
6. B (Polietilena)
7. E (maltosa)
8. C (sumber energi utama dan hormon)
9. A (NaOH)
10. A (Tripalmitat)

B. Uraian:

1. Senyawa tersebut adalah = Alkohol
2. Nama dari senyawa = 4 – metil – 2 – pentanon
3. Fenol, toluen, asam benzoat
4. Sumber dari :
 - a. Glukosa terdapat di gula merah
 - b. Galaktosa terdapat di air susu (sama seperti laktosa)
 - c. Maltosa terdapat di gandum
 - d. Laktosa terdapat di susu
5. Reaksi hidrolisis yang mungkin terjadi pada lemak yaitu :
Gliserida + H_2O → gliserol + asam lemak

KRITERIA PINDAH MODUL

Batas ketuntasan minimal adalah 75%. Jika nilai yang Anda peroleh minimal 75% berarti Anda dianggap sudah tuntas dan menguasai materi modul ini maka Anda diperkenankan untuk lanjut mempelajari modul berikutnya. Sebaliknya, jika perolehan nilai Anda belum mencapai 75% maka Anda perlu mempelajari lagi materi modul ini dan ulangi mengerjakan tugas-tugas dan latihan.



Saran Referensi

1. <https://www.slideshare.net/sellianovaarnes/bse-kimia-untuk-sma-kelas-xii-teguh-pangajuanto>
2. <https://www.slideshare.net/1habib/bab-3-kimia-unsur-42127319>
3. <https://kumpulan-materi-sma.blogspot.com/2016/01/contoh-soal-turunan-alkana-dan.html>
4. <http://kimia.space/soal-dan-pembahasan-senyawa-turunan-benzena/>
5. <http://rajakimia12.blogspot.com/2017/02/soal-kimia-karbohidratprotein-dan-lemak.html>



Daftar Pustaka

- Riandi Hidayat dkk. 2017. *Panduan Belajar Kimia 3A SMA*, Yudhistira
- Das salirawati. 2007. *Belajar Kimia Secara Menarik untuk SMA/MA kelas XII*. Grasindo. Jakarta
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan 1995. *Glosarium Kimia*. Jakarta : Balai Pustaka
- Carey, F.A. 1996. *Organik Chemistry. Edisi ketiga*. New York : McGraw-Hill
- Anshory, Irfan dan Hiskia Ahmad, 2003. *Acuan Pelajaran Kimia SMU jilid III*, Jakarta: Erlangga.
- Purba, Michael.2007. *Kimia 3 untuk SMA kelas XII*. Jakarta : Erlangga
- <http://ringkaskimia.blogspot.com/2014/08/soal-dan-pembahasan-makromolekul.html>
- <https://www.nafiun.com/2013/01/senyawa-karbon-pengertian-struktur-manfaat-kegunaan-sifat.html>
- <https://www.nafiun.com/2013/09/manfaat-kegunaan-keton-dampak-bahaya.html>
- <https://www.studiobelajar.com/senyawa-turunan-alkana/>
- <https://www.nafiun.com/2013/01/benzena-bahaya-rumus-soal-reaksi-substitusi.html>
- http://zenius-study.weebly.com/uploads/6/7/3/3/6733740/kimia_173.pdf
- <https://www.gurupendidikan.co.id/polimer/>



Profil Penulis

Nama : Yuniarti Ida Nursanti, ST
Tempat Lahir : Grobogan
Tanggal lahir : 27 Juni 1974
Alamat : Dsn. Setinggen RT 2 RW 10, Ds. Wujil, Kec. Bergas, Kab. Semarang

PENDIDIKAN :

1986 SD Dsn Dumpil
1989 SMP N 1 Ngaringan
1992 SMA PGRI Purwodadi
1999 IST "AKPRIND" Yogyakarta
2002 Fakultas Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)

PEKERJAAN :

Pengajar di SMA N 1 Ungaran