



9.3. SENYAWA TURUNAN ALKANA II

A. ASAM KARBOKSILAT DAN ESTER

1. Rumus Dan Struktur Umum Asam Karboksilat dan Ester

Gugus fungsi:	-COOH	-CO-
Rumus Umum:	R-COOH	R-COO-R'
Kelompok Senyawa:	ASAM KARBOKSILAT	ESTER

R, R' = alkil = C_nH_{2n+1}.

Asam karboksilat mempunyai gugus fungsi karboksil; nama lainnya (nama IUPAC) adalah *asam alkanoat*. Sedangkan ester mempunyai gugus fungsi karbonil; nama lainnya (nama IUPAC) adalah *alkil alkanoat*.

Tabel 9.12 Rumus molekul, rumus ikatan dan nama dari asam karboksilat dan ester

ASAM ALKANOAT (ASAM KARBOKSILAT)		ALKIL ALKANOAT (ESTER)	
R. Molekul	R. Ikatan & Nama	R. Molekul	R. Ikatan & Nama
CH ₂ O ₂	H-COOH Asam metanoat; asam format	-	-
C ₂ H ₄ O ₂	CH ₃ -COOH Asam etanal; asam asetat	C ₂ H ₄ O ₂	H-COO-CH ₃ Metil metanoat; metil format
C ₃ H ₆ O ₂	C ₂ H ₅ -COOH Asam propanoat; asam propionat	C ₃ H ₆ O ₂	H-COO-C ₂ H ₅ Etil metanoat; etil format
C ₄ H ₈ O ₂	C ₃ H ₇ -COOH Asam butanoat; asam butirrat	C ₄ H ₈ O ₂	H-COO-C ₃ H ₇ Propil metanoat; propil format
C ₅ H ₁₀ O ₂	C ₄ H ₉ -COOH Asam pentanoat; asam valerat	C ₅ H ₁₀ O ₂	H-COO-C ₄ H ₉ Butil metanoat; butil format

2. Isomer Asam Karboksilat Dan Ester

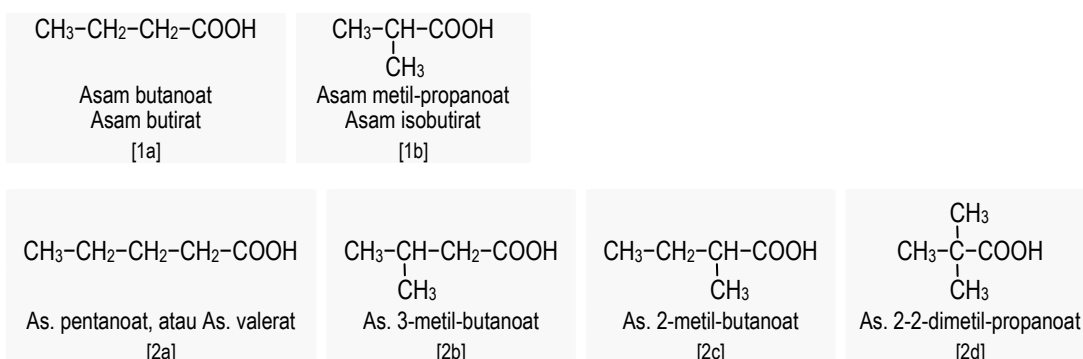
Berdasar Tabel 9.12 dapat dikemukakan bahwa,

- Kedua kelompok senyawa (asam karboksilat dan ester) dapat membentuk isomer gugus fungsi, yakni apabila keduanya mempunyai jumlah atom C yang sama (atau rumus molekul yang sama). Isomer ini mulai terjadi untuk rumus molekul C₂H₄O₂ dengan 2 struktur: CH₃-COOH dan H-COO-CH₃. (Lihat Tabel 9.12.)

Rumus Molekul	Struktur Ikatan	Rumus Ikatan	Kelompok Senyawa
C ₂ H ₄ O ₂	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	CH ₃ -COOH	Asam etanoat
C ₂ H ₄ O ₂	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{CO}-\text{CH}_3 \end{array}$	H-COO-CH ₃	Metil format

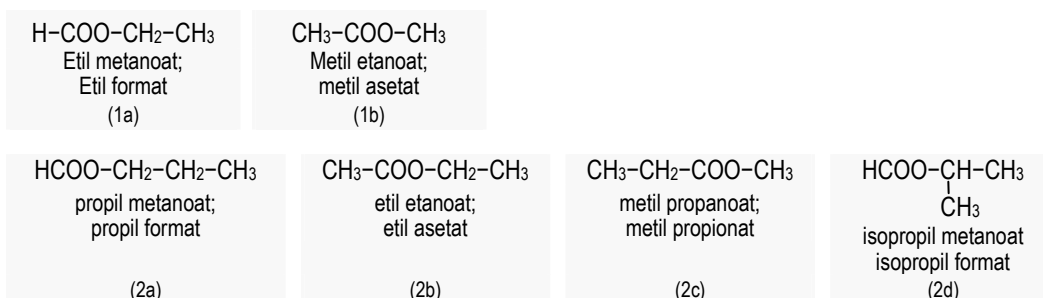
Dengan demikian, antara asam karboksilat dan ester terjadi isomeri yang dicirikan oleh perbedaan gugus fungsi.

- 2) Selanjutnya perhatikan kelompok asam karboksilat. Isomeri mulai terjadi pada senyawa dengan rumus molekul C_3H_7COOH . Kemudian cermati struktur ikatan berikut, dan sekaligus perhatikan juga penamaannya.



Untuk rumus ikatan C_3H_7COOH ada 2 isomer kerangka, dan C_4H_9COOH ada 4 isomer kerangka. Semakin banyak lagi jumlah atom C semakin berlipat jumlah isomernya per rumus molekul.

- 3) Pada Tabel 9.12, kelompok senyawa ester mulai terjadi isomeri pada senyawa dengan rumus molekul $C_3H_6O_2$. Perhatikan struktur ikatan dan penamaannya.

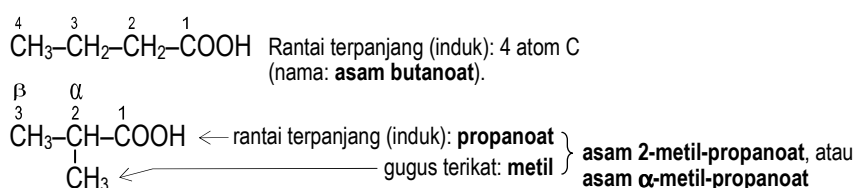


Untuk rumus molekul $C_3H_6O_2$ ada 2 isomer, dan Untuk ada $C_4H_8O_2$ ada 4 isomer. Isomer posisi akan terjadi pada kelompok eter dengan jumlah atom C lebih tinggi.

3. Tatanama Asam Karboksilat Dan Ester

Tatanama Asam karboksilat

- o Sering dinamai menurut sumber asalnya.
 $HCOOH$, dinamai: asam format (berasal dari semut; kata Latin, *formica* berarti "semut").
 CH_3COOH dinamai: asam asetat (berasal dari cuka; kata Latin: *acetum* berarti "cuka").
- o Berdasar aturan IUPAC dengan mengubah kata "alkana" rantai terpanjangnya (induk) menjadi "alkanoat" dengan tambahan kata asam.
 $HCOOH$ dinamai asam metanoat (mengandung 1 atom C); dan CH_3COOH dinamai asam etanoat (mengandung 2 atom C). Untuk asam C panjang bercabang, penamaan bergantung pada struktur ikatannya. Perhatikan contoh berikut ini.

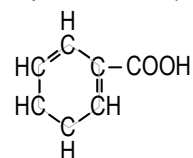


Tabel 9.13 Nama beberapa Senyawa Asam Karboksilat

Jml at. C	Rumus	Rumus Struktur	Nama Dagang	Nama IUPAC
1	HCOOH	HCOOH	asam format	asam metanoat
2	CH ₃ COOH	CH ₃ COOH	asam asetat	asam etanoat
3	C ₂ H ₅ COOH	C ₂ H ₅ COOH	asam propionat	asam propanoat
4	C ₃ H ₇ COOH	C ₃ H ₇ COOH (CH ₃) ₂ CHCOOH	asam butirrat asam isobutirrat	asam butanoat asam 2-metil-propanoat
5	C ₄ H ₉ COOH	C ₄ H ₉ COOH*	asam valerat	asam pentanoat
6	C ₅ H ₁₁ COOH	C ₅ H ₁₁ COOH*	asam kaproat	asam heksanoat
16	C ₁₅ H ₃₁ COOH	C ₁₅ H ₃₁ COOH*	asam palmitat	asam heksadekanoat
18	C ₁₇ H ₃₅ COOH C ₁₇ H ₃₃ COOH	C ₁₇ H ₃₅ COOH* C ₁₇ H ₃₃ COOH**	asam stearat asam oleat	asam oktadekanoat

Keterangan:

- *struktur lurus (salah satu struktur); **asam lurus dengan sebuah ikatan rangkap-2 pada gugus alkil terikat (tergolong asam tak jenuh; lihat jumlah atom H pada C₁₇H₃₃).
- Nama "asam alkanoat" di atas dikhususkan untuk gugus R alifatik (C_nH_{2n+1}). Ditemui juga asam dengan gugus R siklik sebagai C₆H₅- (gugus aril), misalnya C₆H₅COOH dengan nama asam benzoat atau asam fenil-metanoat.

**Tatanama Ester**

Penamaan tidak begitu berbeda dengan asam karboksilat, hanya mengganti kata "asam" dengan kata "alkil". Nama umum (IUPAC) ester adalah alkil alkanoat.

Sebagai contoh, CH₃COOH (asam etanoat; asam asetat) maka untuk ester, CH₃COOCH₃ dinamai metil etanoat atau metil asetat. Penaman ester juga dapat menggunakan nama asal asam.

Tabel 9.14 Beberapa Ester Bersuku Rendah

Nama Ester	Struktur Ikatan	Bau / Rasa
etil asetat (etil etanoat)	CH ₃ COO-C ₂ H ₅	harum
propil asetat (<i>n</i> -propil etanoat)	CH ₃ COO-C ₃ H ₇	buah pear
amil asetat (<i>n</i> -pentil etanoat)	CH ₃ COO-C ₅ H ₁₁	buah nanas
isoamil asetat (3-metilbutil etanoat)	CH ₃ COO-CH ₂ -CH ₂ -CH(CH ₃) ₂	buah pisang
oktil asetat (<i>n</i> -oktil etanoat)	CH ₃ COO-C ₈ H ₁₇	buah jeruk
isobutil propionat (2-metilpropil propanoat)	C ₂ H ₅ COO-CH ₂ -CH(CH ₃) ₂	buah rum
etil butirrat (etil butanoat)	C ₃ H ₇ COO-C ₂ H ₅	buah aprikot
isoamil isovalerat (3-metilbutil 3-metil-butanoat)	(CH ₃) ₂ CH-CH ₂ COO-CH ₂ -CH ₂ -CH(CH ₃) ₂	buah apel

Keterangan: Nama dalam tanda kurung merupakan nama IUPAC.

4. Sifat Asam Karboksilat Dan Ester

Asam Karboksilat. Asam berantai rendah (C₁-C₉) berupa cairan dengan masing-masing berbau khas. Asam berantai C₁-C₄ mudah larut dalam air, makin tinggi makin sukar larut tetapi umumnya larut baik dalam pelarut organik (aseton, eter, bensin). Asam karboksilat dapat bereaksi dengan alkohol membentuk ester (berbau harum).

Ester. Umumnya ester yang berasal dari asam karboksilat berantai pendek dan alkohol berantai pendek berupa cairan pada suhu kamar. Sedangkan yang berasal dari rantai panjang cenderung berupa padatan.

Tidak seperti asam karboksilat, maka *semua ester berbau harum*; ada yang berbau bunga, daun, dan ada yang berbau buah. Jadi adanya bau-bau ini menunjukkan adanya ester dalam materi itu. Uap ester tidak bersifat racun (toksik) kecuali jika dihisap dalam jumlah besar. Hanya satu senyawa ester yang cenderung bersifat racun yakni *amil asetat*. Ester dapat bereaksi dengan air (terhidrolisis) membentuk asam karboksilat dan alkohol.

B. BEBERAPA ASAM KARBOKSILAT DAN ESTER PENTING

1. Beberapa Asam Karboksilat Penting

- Asam Format

Berupa cairan tak berwarna, berbau tajam, dan mudah larut dalam air dan pelarut organik (alkohol, eter, aseton). Adanya pada semut, beberapa serangga lain, dan tumbuhan tertentu; juga dalam dalam keringat hanya kecil jumlahnya. Bila terkena kulit dapat menimbulkan warna merah, rasa panas, dan nyeri. Beberapa kegunaannya adalah untuk industri tekstil, penyamakan kulit, dan di perkebunan karet untuk menggumpalkan lateks (cairan getah karet).

- Asam Asetat

Berupa zat cair tak berwarna, berbau khas yang menusuk, dan dapat larut dalam air dan pelarut organik (alkohol, eter, aseton). Asam asetat murni dikenal sebagai asam asetat glasial. Kegunaan asam asetat cukup luas di antaranya asam cuka 20-25% digunakan untuk pemberi cita-rasa pada makanan; biang cuka berkadar 80%, untuk proses pewarnaan kain pada industri tekstil, sebagai pengawet untuk sayuran dan buahan, untuk penggumpalan lateks. Asam asetat dibuat secara industrial; juga dapat diperoleh dari proses fermentasi (dengan bantuan bakteri tertentu) terhadap buah-buahan dan zat tepung.

- Asam Butirat

Berupa zat cair berbau tengik. Namun bila berikatan dengan etanol menjadi senyawa ester (lihat tabel) sebagai etil butirat yang memberikan bau sedap (bau nenas). Dalam mentega, asam ini juga terikat sebagai ester; mentega yang berbau tengik berasal dari bau asam butirat.

2. Beberapa Ester Penting

Karena sifat yang dimilikinya, *ester* dimanfaatkan pada industri-industri kosmetika, parfum, konfeksi, dan industri minuman. Bahkan campuran beberapa ester dapat memberikan bau atau rasa dari buah tertentu. Bau buah prambos dapat diperoleh dari campuran 9 ester. (Lihat Tabel 9.14.)

Beberapa ester ada yang digunakan untuk pengobatan, misalnya etil asetat (untuk penyakit kulit akibat parasit), fenil salisilat (antiseptik untuk usus), dll. Selain itu etil asetat selain berbau harum juga berperan sebagai pelarut untuk lak, cat kuku, zat pewangi, dan berbagai ester. **Essen** adalah biang ester yang diperdagangkan secara bebas dan dapat diperoleh di berbagai toko essen atau toko kimia.

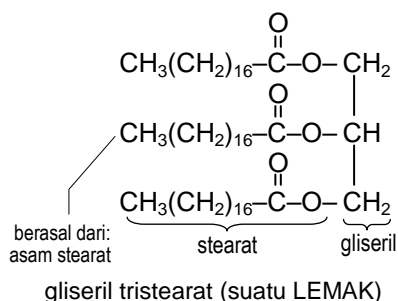
Ester dapat diekstraksi atau didistilasi dari tanaman (dapat berupa bunga, buah, biji, daun, atau akar) dan juga dapat dari hewan. *Ester* dapat dibuat secara sintesis dan kini diperdagangkan secara luas.

- Ester Buah Dan Bunga

Ester yang memberikan rasa atau bau dari buah/bunga tertentu umumnya berupa ester suku rendah (berasal dari asam karboksilat pendek dan alkohol pendek). Aroma atau cita rasa dari beberapa ester kelompok ini diberikan pada Tabel 9.14.

- Minyak Dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan dua kata berarti sama yaitu ester yang berasal dari asam karboksilat berantai panjang dengan gliserol. (Lihat struktur di samping.) Ester ini yang berwujud cair pada suhu kamar dikenal sebagai minyak sedangkan yang berwujud padat disebut lemak. Jadi minyak atau lemak hanya berbeda dalam hal wujud.



Di alam, minyak atau lemak ditemukan pada tumbuhan (disebut minyak nabati) dan pada hewan (disebut minyak hewani). Struktur ikatan minyak atau lemak ditunjukkan seperti yang dicontohkan di atas, dan jika dihidrolis, minyak/lemak akan pecah menjadi asam lemak dan gliserol. Dari minyak atau lemak inilah diperoleh gliserol yang memiliki kegunaan cukup luas, seperti sebagai bahan untuk pembuatan sabun, gliserol, lilin (untuk penerang), mentega, margarin, dsb..

Catatan:

Asam karboksilat berantai panjang dan lurus yang terdapat di dalam lemak atau minyak disebut **asam lemak**. Asam ini ada yang bersifat jenuh (disebut **asam lemak jenuh**) dan ada yang tak-jenuh, yakni yang mengandung ikatan rangkap-2 (**asam lemak tak-jenuh**). Umumnya asam lemak yang berasal dari hewan mengandung > C₁₀, kecuali lemak dalam susu hewan. Beberapa asam lemak diberikan pada tabel 9.13.

- Sabun

Bahan dasar sabun adalah minyak/lemak, NaOH/KOH, dan bahan tambahan (pengisi, pewangi, pewarna). Jika minyak/lemak dan NaOH dimasak, minyak/lemak pecah menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemaknya bereaksi dengan NaOH (disebut reaksi penyabunan) membentuk sabun. Sabun (lapisan bawah) dipisahkan dari gliserol dan air (lapisan atas), dan selanjutnya sabun diberi bahan tambahan. Sabun yang diperoleh dinamakan sabun cuci. Sabun mandi diperoleh bila menggunakan basa KOH. Gliserol sebagai hasil samping pembuatan sabun dimurnikan untuk memisahkan airnya. Gliserol yang memiliki kegunaan luas diperoleh dengan cara ini.

- Mentega

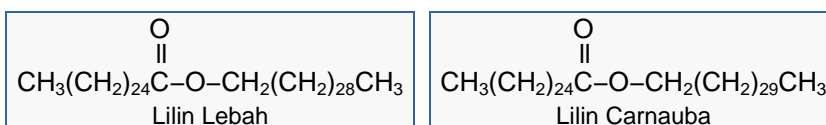
Susu mengandung lemak hewani, dan kadarnya bergantung pada jenis dan umur hewan di samping kualitas makanannya. Butiran kecil dari lemak sering tampak mengumpul ke permukaannya yang disebut dadih. Jika dadih merupakan emulsi lemak dan air, maka mentega merupakan emulsi air dalam lemak. Dadih dapat dipisahkan dan selanjutnya dapat dibuat mentega. *Mentega* adalah dadih kental dengan kelembaban maksimum 16%. Jadi mentega dapat dibuat dari dadih yang telah mengeras dengan mengubahnya menjadi gumpalan besar dalam air susu. Gumpalan ini dipisahkan dan diproses sampai diperoleh sifat mentega di atas. Mentega juga dapat dibuat langsung dari susu dengan cara mengubah butiran lemak susu menjadi gumpalan besar, dipisahkan dan diproses lebih lanjut. Mentega yang bermutu harus mengandung vitamin A dan D yang cukup.

- Margarin

Margarin serupa dengan mentega. Hanya bahan dasarnya dari lemak hewan (bukan dari susu) yang telah dikeraskan, minyak nabati, susu kental, kuning telur yang telah diasinkan, vitamin, dan bahan tambahan lain. Ada juga margarin yang hanya menggunakan minyak nabati dan sering diperdagangkan dengan nama mentega nabati. Nilai gizi mentega tak dapat disamai oleh margarin karena susu yang menjadi bahan dasar utama mentega memiliki nilai gizi paling tinggi.

- Lilin

Lilin (wax) adalah ester yang berasal dari asam karboksilat berantai panjang dan monoalkohol berantai panjang. Umumnya lilin alami ini berasal dari asam dan alkohol, masing-masing dengan panjang rantai C_{12} sampai C_{34} . Lilin ditemukan baik pada tanaman maupun pada hewan. Lilin pada tanaman dijumpai pada permukaan daun dan batangnya yang berfungsi untuk melindungi tanaman itu dari penguapan atau serangan serangga. Lilin *carnauba* diperoleh dari daun pohon palm, sedangkan dari kelenjar lilin lebah mengeluarkan sejenis lilin yang digunakan untuk membentuk sarangnya.



Tidak seperti minyak atau ester lainnya, lilin sukar terhidrolisis oleh air. Sifat inilah yang menyebabkan lilin digunakan sebagai lapisan pelindung bagi kulit tubuh, rambut, lantai, atau kendaraan. Untuk lapisan pelindung tubuh, lilin dijadikan bahan campuran dasar pembuatan krem, param, dan salep.

- Lilin Stearin

Bahan dasar lilin adalah minyak/lemak yang mengandung asam stearat dan asam palmitat, dan H_2SO_4 encer. Minyak/lemak dan H_2SO_4 encer dimasak, minyak/lemak terurai menjadi gliserol (lapisan bawah), asam lemak, dan sisa minyak (lapisan atas). Lapisan atas dikeluarkan kemudian diperas (ditekan) untuk mengeluarkan sisa minyaknya. Campuran asam lemak yang diperoleh kemudian dimurnikan (disuling), ditampung, dan dalam keadaan cair dialirkan ke dalam cetakan yang diinginkan dan dibiarkan membeku perlahan. Lilin yang diperoleh disebut *lilin stearin*.



L

LATIHAN 9.3

01. Apa nama IUPAC dari asam karboksilat dan ester.
02. Tuliskan rumus umum dari asam karboksilat dan ester.
03. Substitusikan nilai berikut pada rumus umum.
 - a. Nilai $R = C_2H_5-$ pada rumus umum asam karboksilat, dan namailah asam ini.
 - b. Nilai $R = H-$ dan $R' = C_2H_5-$ pada rumus umum ester, dan namai juga ester ini.
04. Tulislah isomer gugus fungsi dari:
 - a. asam dari hasil butir item 03.a.
 - b. asam dari hasil butir item 03.b.
05. Berilah 3 buah contoh masing-masing untuk asam alkanoat dan alkil alkanoat.

R

RANGKUMAN 9.3

- Rumus umum dari asam karboksilat (asam alkanoat) adalah $R-COOH$ dengan $R = H$ atau $R = C_nH_{2n+1}$.
- Rumus umum dari ester (alkil alkanoat) adalah $R-COO-R'$ dengan $R = H$ atau $R = C_nH_{2n+1}$ dan $R' = C_nH_{2n+1}$.
- Asam karboksilat berantai rendah (C_1-C_9) berupa cairan dengan masing-masing berbau khas. Asam berantai C_1-C_4 mudah larut dalam air, makin tinggi makin sukar larut tetapi umumnya larut baik dalam pelarut organik (aseton, eter, bensin).
- Asam karboksilat dapat bereaksi dengan alkohol membentuk ester (berbau harum).
- Umumnya ester yang berasal dari asam karboksilat pendek dan alkohol pendek berupa cairan pada suhu kamar; sedangkan dari rantai panjang cenderung berupa padatan. Semua ester berbau harum; ada yang berbau bunga, daun, dan ada yang berbau buah. Uap ester tidak bersifat racun (toksik) kecuali jika dihisap dalam jumlah besar. Hanya satu senyawa ester yang cenderung bersifat racun yakni *amil asetat*.
- Ester dapat bereaksi dengan air (terhidrolisis) membentuk asam karboksilat dan alkohol.



TES FORMATIF 9.3

01. Pasangan rumus berikut merupakan rumus umum untuk asam karboksilat dan ester.
- $R-OH$ dan $R-COOH$
 - $R-O-R'$ dan $R-COOH$
 - $R-COO-R'$ dan $R-COOH$
 - $R-CHO$ dan $R-CO-R'$
02. Senyawa yang memiliki gugus karbonil adalah senyawa dengan rumus:
- $CH_3CH=CH_2$.
 - CH_3CH_2OH .
 - CH_3COOH
 - $HCOOCH_3$.
03. Senyawa berikut tergolong asam alkanoat, kecuali ...
- $HCOOH$
 - CH_3COOH
 - $(OH)CH_2(OH)$
 - C_6H_5COOH .
04. Pada rumus umum $R-COOH$, R digantikan dengan C_3H_7 . Senyawa yang terbentuk berisomer posisi terhadap senyawa dengan rumus ikatan:
- $(CH_3)_2CHCOOH$
 - $HCOO-C_3H_7$
 - $CH_3COO-C_2H_5$
 - $C_2H_5COO-CH_3$
05. Cuka yang diperdagangkan pada dasarnya adalah ...
- asam metanoat.
 - asam etanoat.
 - asam propanoat.
 - asam butanoat.
06. Manakah senyawa berikut yang berbau harum?
- Etil etanoat.
 - Amonium etanoat.
 - Asam format.
 - Formaldehid.
07. Ester berbau/berasa nenas dan cenderung bersifat racun (toksik) adalah ...
- isoamil asetat.
 - amil asetat.
 - propil asetat.
 - etil asetat.
08. Minyak dan lemak merupakan dua istilah yang berarti sama yakni senyawa yang berasal dari asam karboksilat dan alkohol. Hanya bedanya, ...
- lemak berasal dari hewan sedangkan minyak dari biji-bijian.
 - lemak dapat terhidrolisis sedangkan minyak tidak dapat terhidrolisis.
 - minyak berwujud cair dan lemak berwujud padat pada suhu kamar.
 - minyak berwujud padat dan lemak berwujud cair pada suhu kamar.
09. Bau tengik dari mentega menandakan adanya asam berikut.
- asam format.
 - asam butirat.
 - asam valerat.
 - asam oksalat.
10. Ester dicampur dengan air, maka ester akan ...
- terionisasi.
 - melarut.
 - terhidrolisis.
 - terurai.



BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Periksalah jawaban Sdr terhadap Tes Formatif 9.3 dengan cara mencocokkannya dengan Kunci Jawaban Tes yang disajikan pada halaman akhir Bahan Belajar Mandiri ini. Sdr dapat mengukur tingkat penguasaan (TP) Materi Kegiatan Belajar Mandiri 9.3 dengan cara menghitung jumlah jawaban yang benar (JJB) kemudian substitusikan ke dalam Rumus Tingkat Penguasaan berikut.

$$\text{Rumus: } TP = \frac{\text{JJB}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan (TP):

90% - 100% = Baik sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 69% = Kurang

Bila Sdr mencapai TP minimal sebesar 80%, anda dapat meneruskan untuk melaksanakan Kegiatan Belajar 10.1. Namun bila kurang dari 80%, Sdr harus mempelajari kembali Kegiatan Belajar 9.3 terutama pada materi belum Sdr kuasai.



KUNCI JAWABAN TES FORMATIF BBM 9

Tes Formatif 9.1	Tes Formatif 9.2	Tes Formatif 9.3
01. B	01. B	01. C
02. A	02. A	02. D
03. D	03. B	03. C
04. C	04. D	04. C
05. A	05. A	05. A
06. B	06. C	06. A
07. C	07. C	07. B
08. C	08. D	08. C
09. A	09. D	09. B
10. C	10. B	10. C
11. B		
12. D		
13. D		
14. B		
15. A		



DAFTAR PUSTAKA

- Blank, Emanuel. *Et al.* (1979). *Foundations of Life Science*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Brown, Theodore L. and LeMay Jr, H. Eugene. (1977). *Chemistry: The Central Science*. Englewood, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Chandler, John and Barnes, Dorothy. (1981). *Laboratory Experiments in General Chemistry*. Encino, California: Glencoe Publishing Co., Inc.
- Lippincott, W.T., Garret, A.B., dan Verhoek, F.H. (1980). *Chemistry – A Study of Matter*. Fourth Edition, New York: John Willey & Sons.
- Miller Jr., G.T. (1981). *Living in the Environment*. Edisi III. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, Inc.
- Miller Jr, G. Tyler. (1982). *Chemistry: A Basic Introduction*. Second Edition. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Mulyono HAM. (2002a). *Kimia 1 untuk SMU/MA Kelas 1*. Edisi Kedua. Bandung: Penerbit CV. Acarya Media Utama.
- Mulyono HAM. (2002b). *Kimia 2 untuk SMU/MA Kelas 2*. Edisi Kedua. Bandung: Penerbit CV. Acarya Media Utama.
- Mulyono HAM. (2006a). *Kamus Kimia*. Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit PT. Bumi Aksara.
- Mulyono HAM. (2006b). *Pembuatan Reagen Kimia di Laboratorium*. Edisi Pertama. Jakarta: Penerbit PT. Bumi Aksara.
- Neidig, H.A. and Spencer, J.N. (1978). *Introduction to the Chemistry Laboratory*. Boston, Massachusetts: Willard Grant Press.
- Pessenden, Ralf J. and Pessenden, Joan S. (1983). *Chemical Principles for The Life Science*. Second Edition. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Russell, J.B., (1981), *General Chemistry*, Singapore: McGraw-Hill Book, Co.
- Sackheim, G. I., and Schultz, R. M. (1979). *Chemistry for the Health Science*. New York: Macmillan Company.
- Washton, Nathan S. (1974). *Teaching Science In Elementary and Middle Schools*. New York: David McKay Company, Inc.

❧