



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

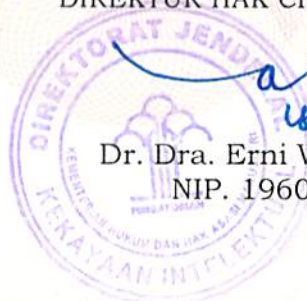
Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta yaitu Undang-Undang tentang perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra (tidak melindungi kekayaan intelektual lainnya), dengan ini menerangkan bahwa hal-hal tersebut di bawah ini telah tercatat dalam Daftar Umum Ciptaan:

- I. Nomor dan tanggal permohonan : C00201604531, 07 November 2016
- II. Pencipta
Nama : **1. Drs. JASLIN IKHSAN, M.App.Sc., Ph.D.;**
2. LATIFAH ADELINA DAMAYANTI, S.Pd.
Alamat : Jobohan Rt.002 Rw.022, Kel. Bokoharjo
Kel. Prambanan, Kab. Sleman, D.I. Yogyakarta 55575.
Kewarganegaraan : Indonesia
- III. Pemegang Hak Cipta
Nama : **Dr. SUYANTA, M.Si.**
Alamat : LPPM UNY, Jalan Colombo No.1
Karangmalang, D.I. Yogyakarta 55281.
Kewarganegaraan : Indonesia
- IV. Jenis Ciptaan : Buku
- V. Judul Ciptaan : **AUGMENTED CHEMISTRY ALDEHIDA & KETON
(BUKU PENGAYAAN BERBASIS AUGMENTED
REALITY DENGAN SISTEM OPERASI ANDROID)**
- VI. Tanggal dan tempat diumumkan : 20 Juli 2016, di Yogyakarta
untuk pertama kali di wilayah
Indonesia atau di luar wilayah
Indonesia
- VII. Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung
hingga 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta
meninggal dunia.
- VIII. Nomor pencatatan : 085466

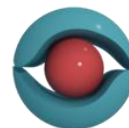
Pencatatan Ciptaan atau produk Hak Terkait dalam Daftar Umum Ciptaan bukan merupakan pengesahan atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang dicatat. Menteri tidak bertanggung jawab atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang terdaftar. (Pasal 72 dan Penjelasan Pasal 72 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta)

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b.

DIREKTUR HAK CIPTA DAN DESAIN INDUSTRI



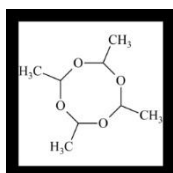
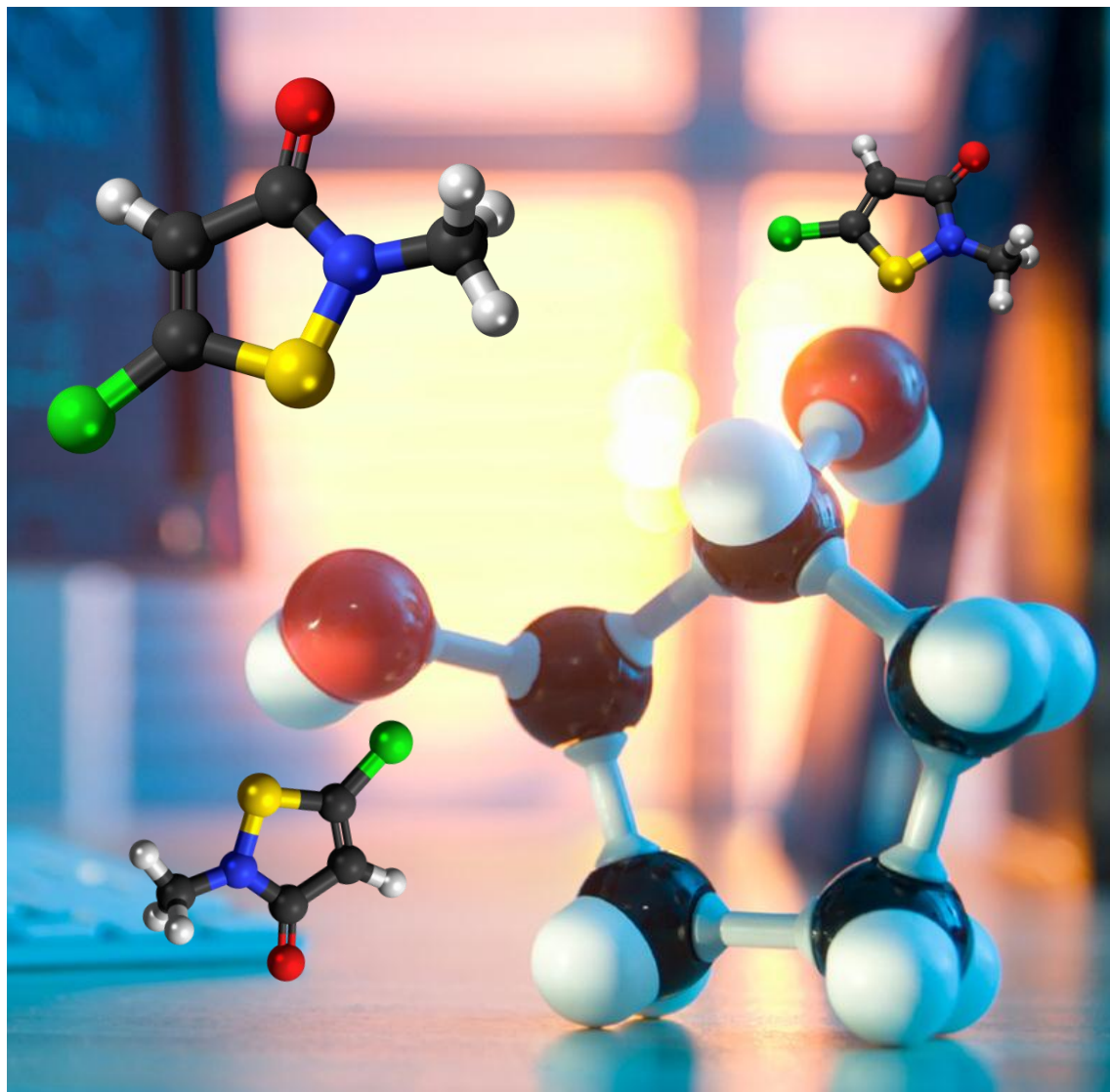
Erni Widhyastari
Dr. Dra. Erni Widhyastari, Apt., M.Si.
NIP. 196003181991032001



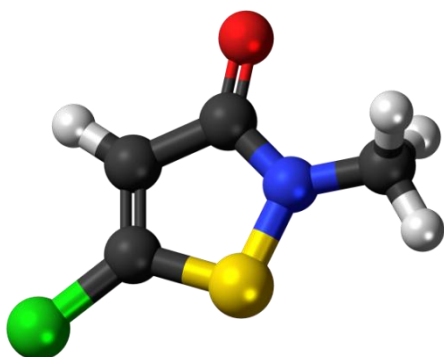
Augmented Chemistry AR-media[™]
AUGMENTED REALITY MEDIA

ALDEHIDA & KETON

Aplikasi Augmented Reality pada Pembelajaran Kimia



Latifah Adelina Damayanti, S.Pd.
Jaslin Ikhsan, Ph.D.

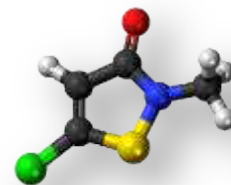


Saat ini telah dikembangkan berbagai alat peraga yang mewakili bentuk-bentuk senyawa. Namun, keberadaan alat peraga dirasa kurang praktis mengingat banyaknya senyawa dalam mata pelajaran kimia. Selain alat peraga, beberapa pemodelan senyawa dalam bentuk tiga dimensi (3D) marak dikembangkan sebagai wujud nyata pemanfaatan teknologi yang semakin modern.

Monograf ini memuat materi beserta pemodelan 3 dimensi menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) atau realitas ditambah. *Augmented Reality* merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut secara *real-time*. Struktur aldehida dan keton yang masih bersifat abstrak akan dibahas dalam buku ajar pengayaan “*Augmented Chemistry: Aldehida & Keton*” baik yang sederhana maupun kompleks, beserta pembahasan lain terkait topik pembelajaran Aldehida dan Keton.

Monograf “*Augmented Chemistry Aldehida & Keton*” yang berisi materi pengayaan mengenai aldehida dan keton. Monograf ini didesain secara menarik, disertai gambar-gambar dengan pemodelan 3D dan pembahasan materi yang lebih mendalam. Objek 3D ditampilkan melalui *mobile phone* dengan aplikasi *AR Player*. Monograf ini diharapkan dapat menjadi buku pengayaan bagi peserta didik dan pembaca, sehingga lebih termotivasi untuk mempelajari ilmu kimia, khususnya pada materi aldehida dan keton.

KATA PENGANTAR



Kimia merupakan salah satu ilmu dalam rumpun IPA yang dibangun atas dasar produk ilmiah, proses ilmiah, dan sikap ilmiah. Proses pembelajaran kimia diawali dengan pengamatan gejala atau fenomena yang disajikan melalui eksperimen-eksperimen yang terdapat pada bagian awal dari suatu pembahasan materi.

Kajian dalam kimia melibatkan tiga dimensi penalaran, yakni dimensi mikroskopik (berkaitan dengan apa yang terobservasi), dimensi simbolik (lambang, formula, persamaan), dan dimensi sub-mikroskopik (atom, molekul, ion, struktur molekul). Namun, beberapa materi kimia masih bersifat abstrak dan di luar jangkauan pemikiran peserta didik, sehingga diperlukan media yang tepat dalam penyampaiannya. Untuk meningkatkan pemahaman peserta didik, maka penulis mengembangkan buku pendamping yang dapat menjadi suplemen atau pengayaan terhadap materi ajar yang sifatnya masih terbatas pada buku teks. Buku pengayaan ini memiliki tampilan yang lebih kreatif dan inovatif dengan ilustrasi tiga dimensi (3D), sehingga mampu merangsang minat peserta didik untuk belajar. Objek 3D menjadi salah satu alternatif media untuk menyampaikan materi yang abstrak karena sifatnya nyata, sehingga dapat mengkonkritkan suatu benda yang belum terkonsep dalam pemikiran peserta didik.

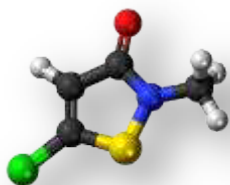
Buku pengayaan ini dikembangkan dalam bentuk monograf “*Aldehida dan Keton dalam 3D*” berbasis *Augmented Reality* yang mengkolaborasikan objek virtual tiga dimensi dan dunia nyata dengan bantuan *marker*. *Marker* ditandai dengan garis tebal berwarna hitam dan telah tercantum di dalam buku. Buku ini juga dilengkapi dengan *Marker Card* atau *marker* dalam bentuk kartu yang terlampir pada halaman terakhir.

Buku yang penulis susun merupakan penerapan ilmu teknologi yang semakin berkembang. Namun, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dalam buku ini. Untuk itu, saran yang membangun sangat penulis harapkan dari pembaca untuk menjadikan buku ini lebih baik.

Yogyakarta, Mei 2016

Penulis





DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
KURIKULUM KIMIA	vii
PETUNJUK PENGGUNAAN <i>AUGMENTED REALITY</i>	xi
PENDAHULUAN	1

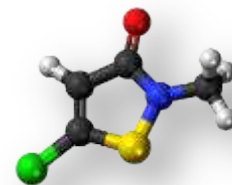
BAB 1

ALDEHIDA	3
A. Aldehida	4
B. Tata Nama Aldehida	4
C. Sifat-sifat Fisik Aldehida	8
D. Sintesis Aldehida	11
E. Gugus Karbonil	14
F. Reaksi-Reaksi Aldehida	16
G. Tautomerisasi Aldehida	34
H. Analisis Aldehida	35
I. Beberapa Aldehida yang Sering Dijumpai	36
J. Aldehida di Alam	39
Rangkuman	41
Latihan 1	43
Latihan 2	46



BAB 2

KETON	49
A. Keton	50
B. Tata Nama Keton	50
C. Sifat-sifat Fisik Keton	55
D. Sintesis Keton	57
E. Gugus Keton	59
F. Reaksi-Reaksi Keton	60
G. Tautomerisasi Keton	74
H. Analisis Keton	75
I. Beberapa Keton yang Sering Dijumpai	78
J. Keton di Alam	81
Rangkuman	83
Latihan 1	85
Latihan 2	88
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	94

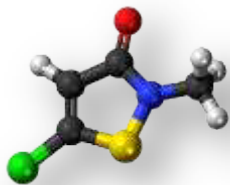


KERANGKA DASAR DAN STRUKTUR KURIKULUM SEKOLAH MENENGAH ATAS/MADRASAH ALIYAH KELAS XII PA PEMBELAJARAN ALDEHIDA DAN KETON

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
<p>1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.</p>	<p>1.1. Menyadari adanya keteraturan dalam sifat koligatif larutan, reaksi redoks, keragaman sifat unsur, senyawa makromolekul sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif.</p> <p>1.2. Mensyukuri kelimpahan unsur golongan utama dan golongan transisi di alam Indonesia sebagai bahan tambang merupakan anugerah Tuhan YME yang digunakan untuk kemakmuran rakyat Indonesia.</p>
<p>2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia</p>	<p>2.1. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari.</p> <p>2.2. Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.</p> <p>2.3. Menunjukkan perilaku responsif dan proaktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.</p>



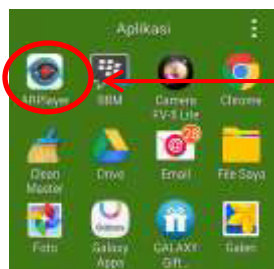
<p>3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p>	<p>3.7. Menganalisis struktur, tata nama, sifat dan kegunaan senyawa karbon (haloalkana, alkanol, alkoksialkana, alkanal, alkanon, asam alkanoat, dan alkil alkanoat) .</p>
<p>4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan</p>	<p>4.7. Menalar dan menganalisis struktur, tata nama, sifat dan kegunaan senyawa karbon (haloalkana, alkanol, alkoksi alkana, alkanal, alkanon, asam alkanoat, dan alkil alkanoat).</p>



PETUNJUK PENGGUNAAN AUGMENTED REALITY

A. Menyeting *Augmented Reality* dengan ARPlayer untuk

1. Unduh dan instal software AR-media player untuk android dari Google Play (selanjutnya tertampil di *smartphone* bernama ARPlayer)



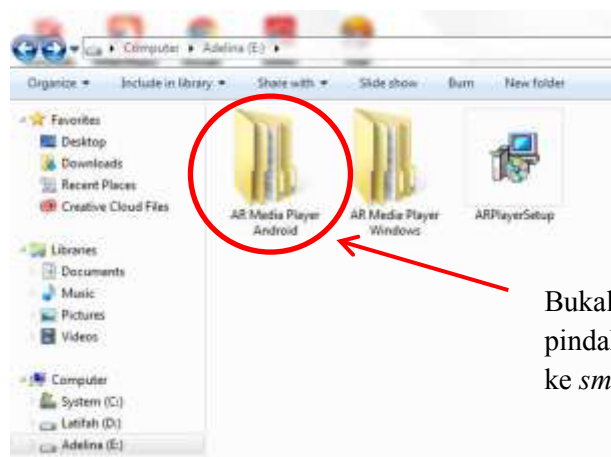
Ikon AR
Player

2. Buat folder di penyimpanan internal atau kartu memori *smartphone* android dengan nama “ARmedia_player”



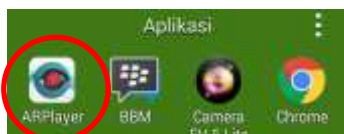
Folder baru dengan
nama
Armedia_Player

3. Buka file pada penyimpanan (CD yang terlampir di buku), lalu pindahkan file dari folder “AR Media Player Android” ke folder “ARmedia_player” yang telah Anda buat pada *smartphone*

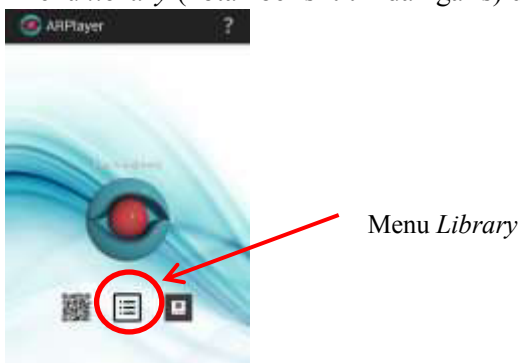


Bukalah folder lalu
pindahkan seluruh file
ke *smartphone*

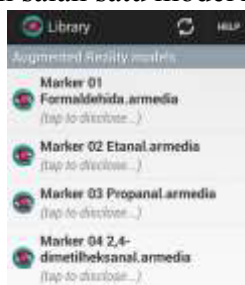
4. Jalankan ARPlayer dengan cara menekan (klik) ikon *ARPlayer* pada *smartphone*



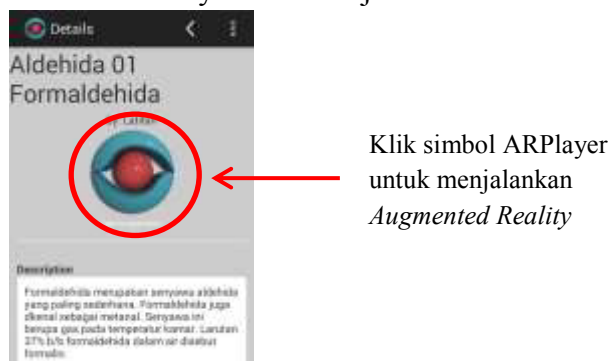
5. Pilih menu *library* (kotak berisi titik dan garis) di bawah logo simbol mata *ARPlayer*.



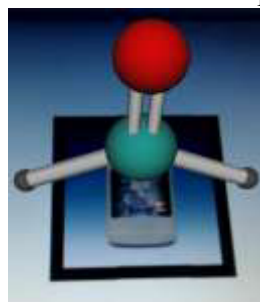
6. Pilih salah satu model *Augmented Reality* dengan cara klik salah satu model.



7. Klik simbol *ARPlayer* dibawah judul model. Simbol ditandai dengan gambar mata

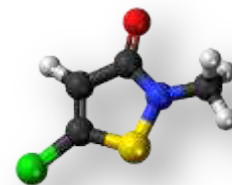


8. Arahkan kamera *smartphone* android ke marker di buku atau di kartu yang memiliki nama sesuai dengan model 3 Dimensi (misal marker Aldehida 01. Formaldehida), maka ilustrasi 3D akan tertampil di layar *smartphone* android



9. Usapkan jari tangan ke layar *smartphone* untuk memperbesar, memperkecil, memutar ke kanan atau ke kiri model 3D.

PENDAHULUAN



Senyawa adalah zat yang terbentuk ketika atom-atom dari dua unsur atau lebih saling berikatan. Semua senyawa organik mengandung atom karbon. Karbon dapat membentuk jutaan macam senyawa dengan atom lain, misalnya oksigen, nitrogen, dan hidrogen. Tubuh manusia dan berbagai makhluk lain tersusun dari beberapa molekul besar berbasis senyawa karbon dengan struktur yang sangat kompleks, diantaranya protein dan asam amino, lemak dan minyak, karbohidrat, serta vitamin.

Selain pada makhluk hidup, senyawa karbon lain juga banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari kain, plastik, obat-obatan, kosmetik, pembersih, maupun pengawet. Senyawa yang dimanfaatkan sebagai pengawet yaitu formaldehida, sedangkan yang digunakan sebagai pembersih adalah aseton.

Formaldehida atau metanal merupakan contoh senyawa **aldehida** yang paling sederhana dengan rumus struktur H_2CO . Formaldehida berupa gas pada temperatur kamar. Larutan 37% b/b formaldehida dalam air disebut **formalin**. Formalin sangat dikenal masyarakat luas karena digunakan sebagai pengawet spesimen biologis dan sebagai cairan pembalsem (*embalming*).

Aseton ($CH_3C(O)CH_3$) adalah contoh senyawa **keton**. Aseton merupakan pelarut yang baik dan umum digunakan dalam laboratorium kimia organik untuk membersihkan alat-alat gelas. Selain itu, juga terdapat etil metil keton yang merupakan pelarut yang baik dan dijual dengan merk dagang MEK.

Senyawa aldehida dan keton yang sederhana banyak dijumpai di alam. Misalnya oktanal, dekanal, dan piperiton dan sekitar 70 jenis senyawa organik lain yang berperan penting dalam menentukan rasa serta aroma pada buah jeruk. Selain itu, masih terdapat senyawa aldehida dan keton lain yang terdapat di alam, baik dalam bentuk sederhana maupun kompleks. Struktur aldehida dan keton yang masih bersifat abstrak akan dibahas dalam buku ajar pengayaan “*Augmented Chemistry: Aldehida & Keton*” baik yang sederhana maupun kompleks, beserta pembahasan lain terkait topik pembelajaran Aldehida dan Keton.



BAB 1

ALDEHIDA



Vanilin sangat dikenal masyarakat luas dan sering digunakan sebagai bahan pelengkap untuk memasak. Senyawa ini diperoleh dari biji vanili, namun saat ini vanilin dapat diproduksi secara sintetis. Vanilin merupakan senyawa aldehida aromatik karena mengandung gugus aldehida dan cincin aromatik.

A. Aldehida

B. Tata Nama Aldehida

C. Sifat Fisik Aldehida

D. Sintesis Aldehida

E. Gugus Karbonil

F. Reaksi-reaksi Aldehida

G. Tautomerisasi Aldehida

H. Analisis Aldehida

I. Beberapa Aldehida yang Sering Dijumpai

J. Aldehida di Alam



A. Aldehida



Sumber: agriculturalsupply.com

Marker

Aldehida 01. Formaldhida

Aldehida merupakan suatu senyawa dengan gugus karbonil yang terikat pada ujung molekulnya. Gugus fungsi aldehida mempunyai satu atom hidrogen yang terikat pada atom karbon karbonil. Gugus sisanya dapat berupa atom hidrogen lain atau gugus organik alifatik maupun aromatik. Rumus umum aldehida yaitu RCHO. Gugus fungsi aldehida yaitu -CHO .



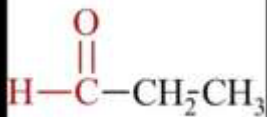
Gugus fungsi aldehida Metanal (formaldehida)

Aldehida yang paling sederhana adalah metanal (H_2CO) yang lebih dikenal dengan nama formaldehida. Selain formaldehida, terdapat beberapa senyawa aldehida lain yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

B. Tata Nama Aldehida

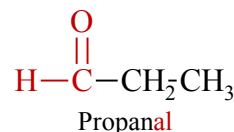
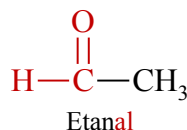
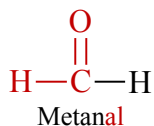
1. Nama IUPAC

Dalam sistem IUPAC, penamaan senyawa aldehida diturunkan dari nama senyawa alkana dengan cara mengganti akhiran -a pada alkana menjadi -al .



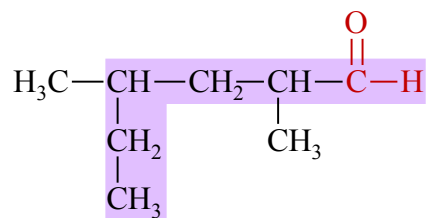
Marker

Aldehida 02. Propanal

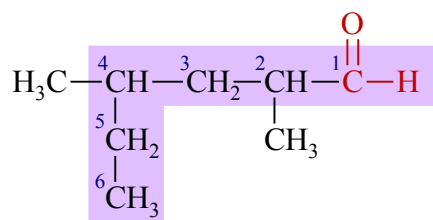


Untuk aldehida tersubstitusi atau aldehida yang mempunyai isomer, penentuan namanya dapat dilakukan dengan memperhatikan langkah-langkah sebagai berikut:

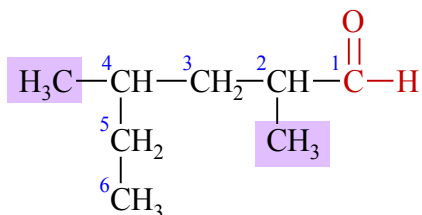
1. Menentukan rantai induk pada senyawa, yaitu rantai terpanjang yang mengandung gugus fungsi aldehida.



2. Pemberian nomor pada rantai induk dimulai dari atom karbon pada gugus aldehida.



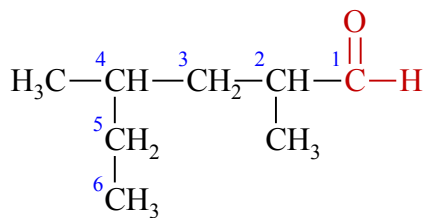
3. Menuliskan nama, dimulai dengan nama cabang, kemudian nama rantai induk.



Terdapat 2 cabang metil pada rantai nomor 2 dan 4

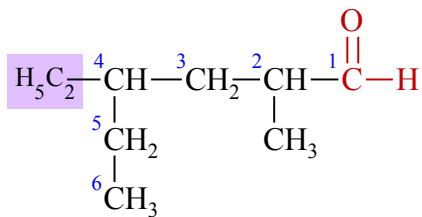
Jika rantai cabang lebih dari satu namun sejenis, penulisannya digabung dan dinyatakan dengan awalan yang sesuai jumlah cabang:

dua : di-
 tiga : tri-
 empat : tetra-
 lima : penta-
 dan seterusnya.



2,4-dimetilheksanal

Jika terdapat cabang yang berbeda, penulisannya diurutkan sesuai dengan urutan abjad.



4-etil-2-metilheksanal

4. Posisi gugus fungsi aldehida tidak perlu disebutkan karena selalu berada pada atom C nomor satu.



Sumber: www.medicalnewstoday.com

2-Metilbutanal dapat dijumpai pada keju. Bagaimanakah bentuk struktur 2-metilbutanal?



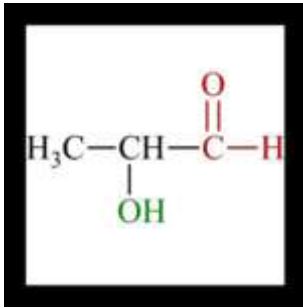
Sumber: tokigreene.com

Isolasi buah yuzu menghasilkan dua senyawa, salah satunya 8-metildekanal. Gambarkan struktur 8-metildekanal!

5. Pemberian nama aldehida sesuai dengan nama rantai induk yang diturunkan dari senyawa alkana dengan mengganti akhiran *-a* menjadi *-al*.

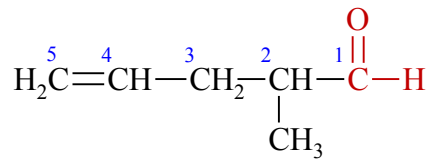
metana : metanal
 etana : etanal
 propana : propanal
 butana : butanal
 pentana : pentanal

6. Jika terdapat ikatan rangkap, maka pemberian nomor tetap dimulai dari gugus aldehida karena gugus fungsi aldehida mempunyai prioritas lebih tinggi daripada ikatan rangkap.



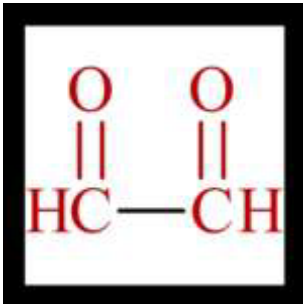
Marker

Aldehida 03. 2-Hidroksiopropanal



2-metil-4-pental

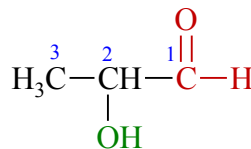
Jika terdapat gugus hidroksil ($-OH$), maka penomoran tetap dimulai dari gugus fungsi aldehida karena gugus fungsi aldehida mempunyai prioritas lebih tinggi daripada gugus hidroksil.



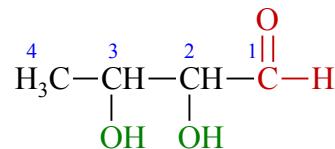
Marker

Aldehida 04. Etanadial

Etanadial adalah dialdehida yang terdiri atas dua karbon.

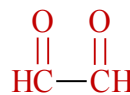


2-hidroksiopropanal



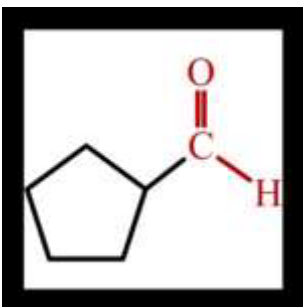
2,3-dihidroksibutanal

7. Jika terdapat dua gugus aldehida pada tiap ujung rantai induk, molekul itu disebut *-dial*.



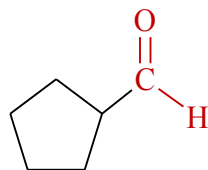
Etanadial

Untuk aldehida siklik atau aldehida yang lebih kompleks dan terikat pada cincin, pemberian namanya dengan menyertakan akhiran *-karbaldehida*.

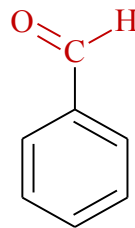


Marker

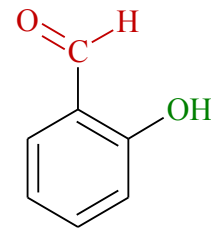
Aldehida 05. Siklopentanakarbaldehida



siklopentanakarbaldehida



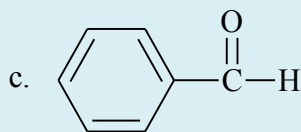
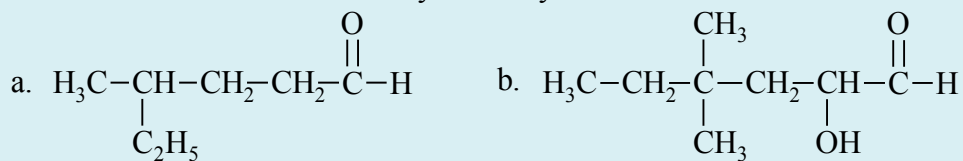
benzenakarbaldehida



2-hidroksibenzenakarbaldehida

Soal 1.1

1. Berilah nama IUPAC untuk senyawa-senyawa aldehida berikut:



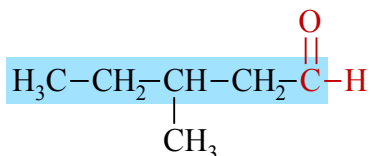
2. Gambarkan rumus struktur senyawa-senyawa berikut:

- 3-hidroksiheksanal
- 2,2,-dikloropentanal
- 3-klorobenzenakarbaldhida

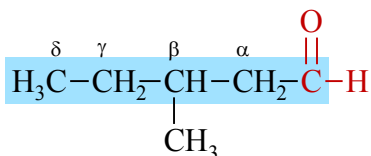
2. Nama Trivial (Nama Umum)

Langkah-langkah pemberian nama umum untuk aldehida:

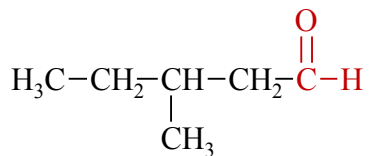
1. Menentukan rantai induk pada senyawa.



2. Jika terdapat cabang, maka posisi cabang tersebut ditandai dengan simbol Yunani.

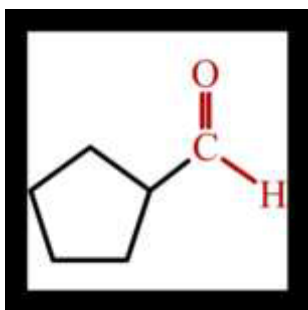


3. Nama trivial atau nama umum diawali dengan menuliskan posisi gugus cabang diikuti nama cabang dan nama umum senyawa aldehida yang menjadi rantai induk.



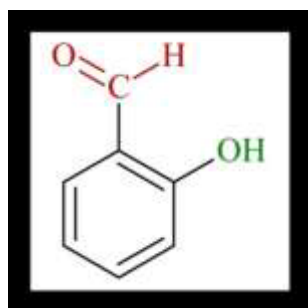
β -metilvaleraldehida





Marker

Aldehida 06. Benzenakarbaldehida
(Benzaldehida)

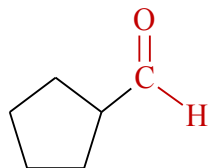


Marker

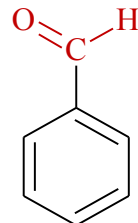
Aldehida 07. Hidroksienzenakarbaldehida
(Salisilaldehida)

Tabel 1.1 Nama Umum dari Beberapa Aldehida		
Nama IUPAC	Nama Umum	Struktur
Metanal	Formaldehida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$
Etanal	Asetaldehida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$
Propanal	Propionaldehida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
Butanal	Butiraldehida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
Pentanal	Valeraldehida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$

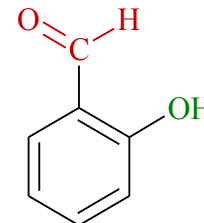
Aldehida aromatik juga mempunyai nama umum atau nama trivial.



Formilsiklopentana



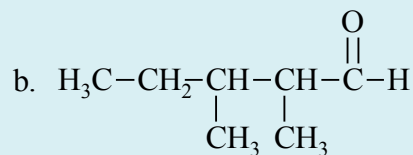
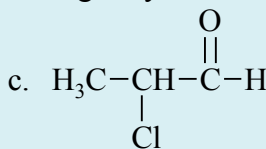
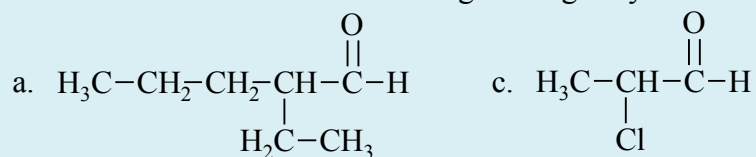
benzaldehida



salisilaldehida

Soal 1.2

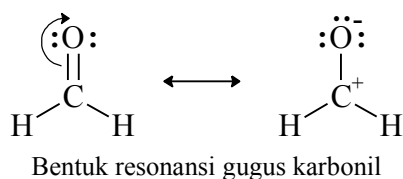
1. Tentukan nama umum untuk masing-masing senyawa aldehida berikut.



C. Sifat-sifat Fisik Aldehida

Aldehida mengandung gugus karbonil polar sehingga senyawa ini bersifat polar dengan gaya antar molekul yang lebih kuat daripada hidrokarbon.

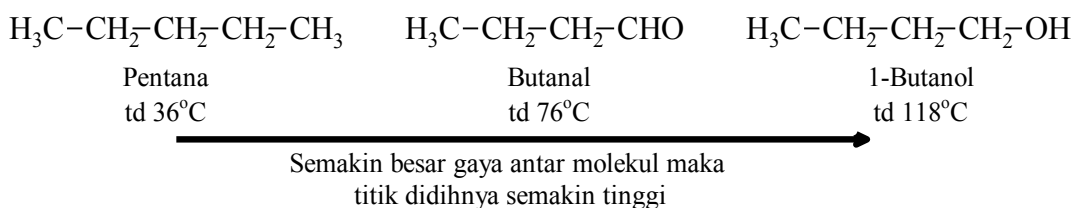
Namun, aldehida tidak mempunyai ikatan hidrogen yang kuat di antara molekul-molekulnya.



Titik didih aldehida lebih tinggi daripada hidrokarbon, tetapi lebih rendah daripada alkohol untuk Mr yang sebanding.

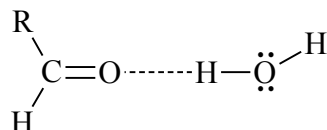
Pada ikatan karbonil aldehida, atom oksigen membawa muatan negatif parsial dan atom karbon membawa muatan positif parsial, seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Muatan parsial ini menghasilkan interaksi polar antar molekul. Interaksi polar menyebabkan aldehida mempunyai titik didih yang lebih tinggi daripada alkana nonpolar dengan berat molekul yang setara.

Aldehida tidak memiliki ikatan O–H, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan ikatan hidrogen antarmolekul. Sedangkan alkohol dapat membentuk ikatan hidrogen antarmolekul, sehingga menyebabkan gaya tarik antar molekul yang lebih kuat. Hal inilah yang menyebabkan titik didih alkohol relatif lebih tinggi daripada aldehida dan keton.



Tabel 1.2 Titik Didih Beberapa Senyawa Aldehida			
Rumus	Nama IUPAC	Nama Trivial	Titik Didih ($^\circ\text{C}$)
	Metanal	Formaldehida	-21
	Etanal	Asetaldehida	20
	Propanal	Propionaldehida	49
	Butanal	Butiraldehida	76
	Benzaldehida	Benzaldehida	178

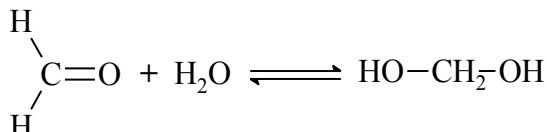
Berdasarkan kelarutannya, aldehida merupakan senyawa yang larut dalam pelarut organik. Namun, karena aldehida memiliki atom oksigen dengan pasangan elektron bebas, maka aldehida dapat mengalami ikatan hidrogen dengan molekul air. Selain itu, senyawa karbonil yang memiliki berat molekul rendah dapat larut dalam air karena terjadi ikatan hidrogen antara molekul air dengan gugus karbonil yang bersifat polar:



Sehingga dapat disimpulkan bahwa:

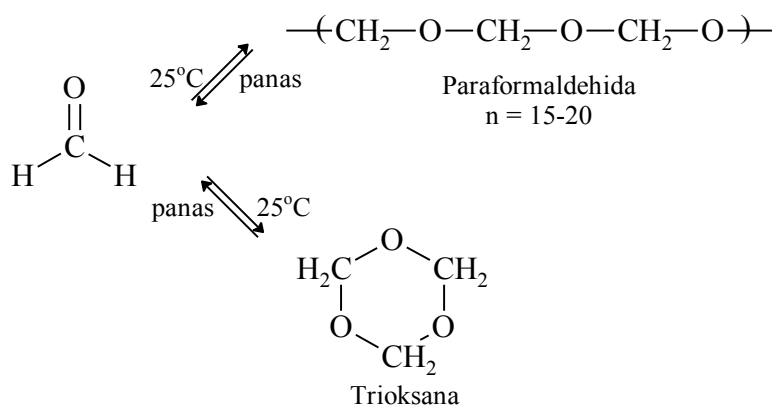
- Aldehida dengan berat molekul rendah (memiliki kurang dari enam atom karbon) dapat larut dalam pelarut organik dan air.
- Aldehida dengan berat molekul tinggi (terdiri dari enam atau lebih atom karbon) larut dalam pelarut organik, tetapi tidak larut dalam air.

Formaldehida (metanal) merupakan senyawa aldehida yang paling sederhana dengan titik didih $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Formaldehida berwujud gas, sedangkan suku-suku aldehida selain metanal berwujud cairan. Pada suhu kamar, metanal merupakan gas yang berbau tidak enak, menyesakkan bila terhirup. Sedangkan pada suhu yang tinggi metanal bersifat volatil atau mudah menguap, sehingga tidak dapat disimpan dalam keadaan bebas. Metanal mudah larut dalam air membentuk hidrat, $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{OH}$:



Reaksi dapat balik dan hidrat disebut **metadiol**, dapat diisolasi.

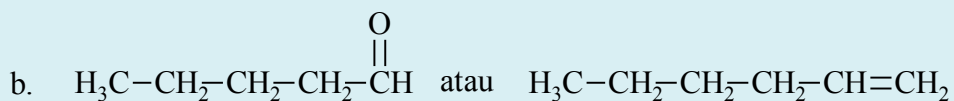
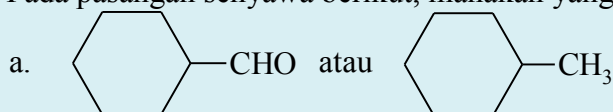
Formaldehida mudah mengalami polimerisasi membentuk dua senyawa padat, yaitu **paraformaldehida** dan trimer **trioksana** berbentuk siklis. Jika kedua senyawa padat tersebut dipanaskan, maka akan terbentuk formaldehida.



Metanal dan etanal larut dalam air, sedangkan senyawa aldehida yang lain sukar larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik. Semakin panjang rantai karbon aldehida, semakin harum baunya, namun kelarutannya di dalam air semakin rendah. Aldehida suku tinggi merupakan zat cair kental yang sering digunakan untuk campuran pewangi, aromanya seperti bunga-bunga dan buah-buahan.

Soal 1.3

1. Pada pasangan senyawa berikut, manakah yang memiliki titik didih lebih tinggi?



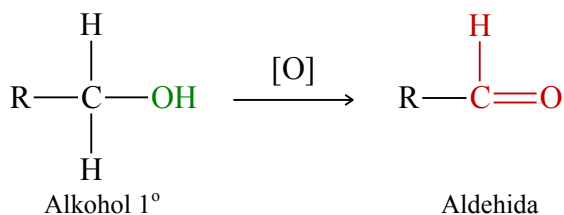
D. Sintesis Aldehida

Alkohol yang mempunyai sekurang-kurangnya satu atom hidrogen dapat dioksidasi menjadi senyawa karbonil. Oksidasi alkohol akan menghasilkan senyawa aldehida. Reaksi ini dikenal sebagai oksidasi alkohol primer. Selain oksidasi alkohol primer, metode lain yang digunakan untuk sintesis aldehida adalah ozonolisis alkena, oksidasi metil benzena, reduksi asil klorida, oksidasi glikol dengan asam periodat, dan hidrasi terhadap alkuna.

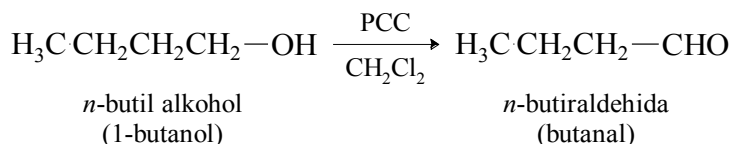
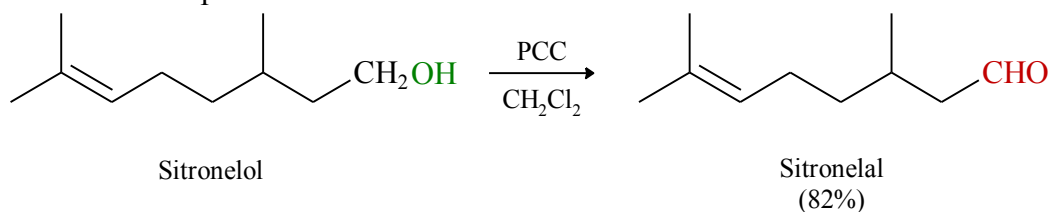
1. Oksidasi Alkohol Primer

Oksidasi alkohol menyebabkan hilangnya satu atau lebih atom hidrogen- α . Hidrogen- α yaitu atom hidrogen yang terikat pada atom karbon yang mempunyai gugus $-\text{OH}$.

Alkohol primer mempunyai dua hidrogen- α yang jika salah satunya dilepaskan akan membentuk aldehida.



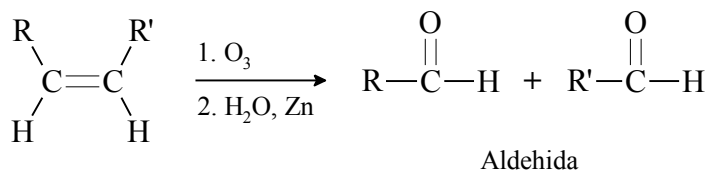
Pada pembuatan aldehida melalui oksidasi alkohol primer, pereaksi yang biasanya digunakan adalah piridinium klorokromat (PCC) dengan pelarut diklorometana pada suhu kamar.



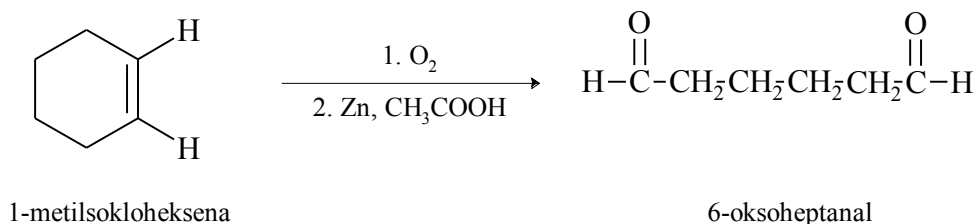
2. Ozonolisis Alkena

Ozonolisis alkena juga disebut reaksi pemutusan ikatan rangkap karbon-karbon menggunakan ozon. Proses ini disebut *ozonolisis*.

Reaksi ozonolisis dapat berlangsung pada temperatur kamar. Ozonida dengan berat molekul rendah dapat bersifat eksplosif, sehingga harus hati-hati dalam penggunaannya. Selain itu, ozon juga bersifat toksik.

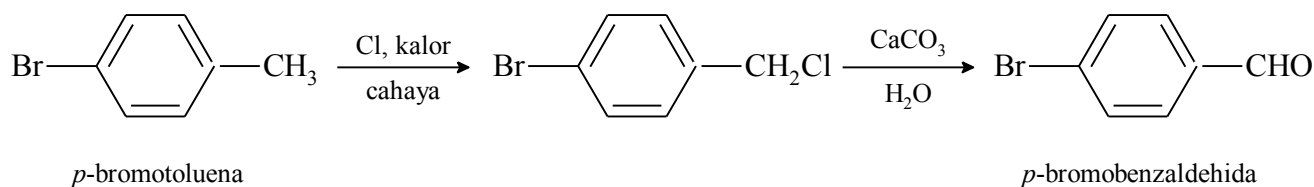


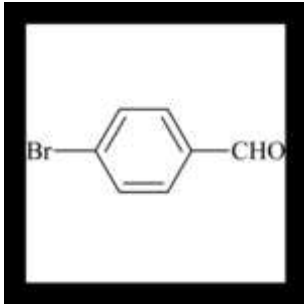
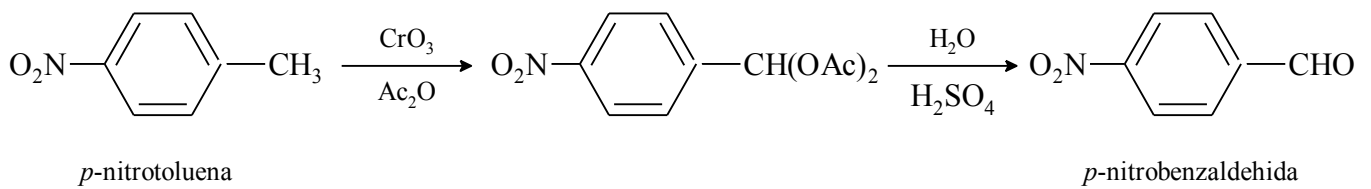
Jika reaksi ozonolisis dilakukan pada alkena siklik, maka akan menghasilkan senyawa diail.



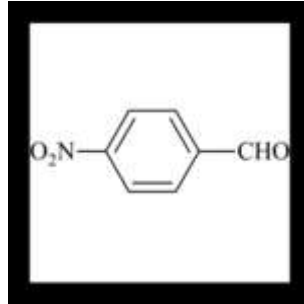
3. Oksidasi Metil Benzena

Contoh oksidasi metil benzena:





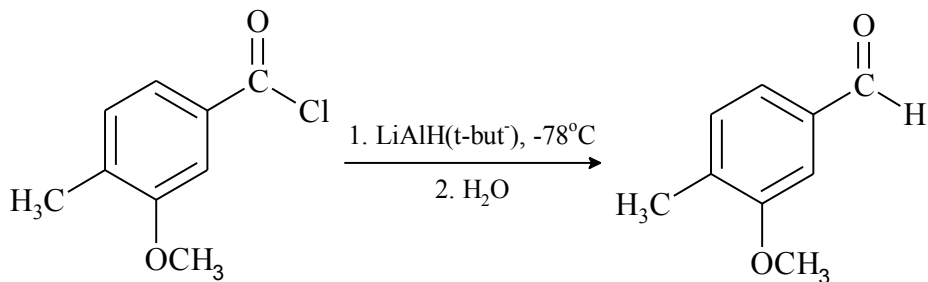
Marker
Aldehida 09. *P*-Bromobenzaldehida



Marker
Aldehida 10. *P*-Nitrobenzaldehida

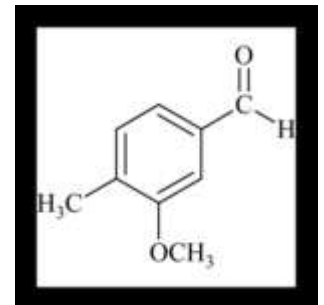
4. Reduksi Asil Klorida

Asam karboksilat yang direaksikan dengan SOCl_2 (tionil klorida) akan menghasilkan asil klorida. Asil klorida yang dihasilkan apabila direaksikan dengan litium tri-*t*-butoksialuminiumhidrida pada suhu -78°C , maka akan terbentuk senyawa aldehida.



3-Metoksi-4-metilbenzoilklorida

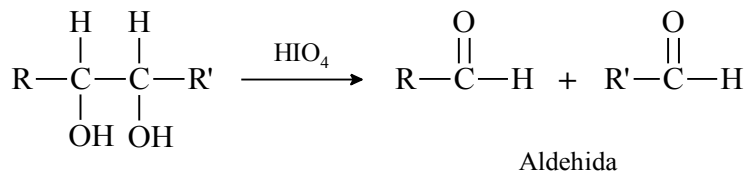
3-Metoksi-4-metilbenzaldehida



Marker
Aldehida 11. 3-Metoksi-4-metilbenzaldehida

5. Oksidasi Glikol dengan Asam Periodat

Senyawa glikol tertentu jika dioksidasi dengan asam periodat akan menghasilkan aldehida dan keton.



6. Hidrasi terhadap Alkuna

Dalam perindustrian, hidrasi terhadap asetilena dengan katalisator asam ($\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HgSO}_4$) dimanfaatkan untuk menghasilkan asetaldehida.

Soal 1.4

1. Tulislah persamaan untuk membuat senyawa $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CHO}$ (3-metilbutanal) melalui oksidasi alkohol.
2. Tuliskan reaksi pembuatan pentanal dari bahan baku berikut ini:
 - a. 1-pentanol
 - b. 1-heksena

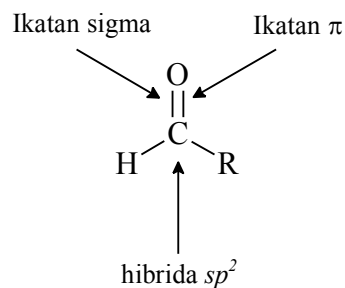
E. Gugus Karbonil

Gugus karbonil adalah suatu gugus yang terdiri dari satu atom karbon dan satu atom oksigen yang dihubungkan dengan ikatan rangkap dua atau ikatan ganda. Gugus karbonil paling banyak terdapat di alam, termasuk di dalam karbohidrat, protein, lemak, dan steroid. Gugus karbonil juga dijumpai dalam senyawa aldehida dan keton.

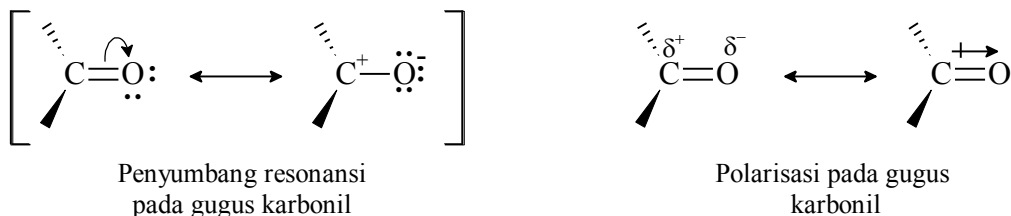
Pada aldehida, gugus karbonil mengikat satu atau dua atom hidrogen dan tidak lebih dari satu gugus alkil.



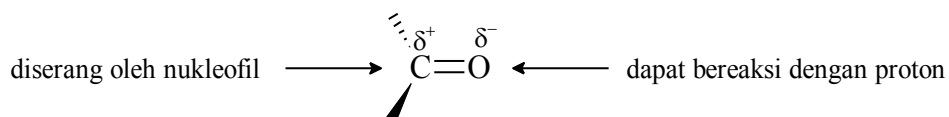
Ikatan rangkap yang mengikat karbon dan oksigen (gugus karbonil) terdiri atas satu ikatan sigma dan satu ikatan π . Atom karbon terhibridisasi sp^2 . Tiga atom yang melekat pada atom karbon karbonil terletak pada satu bidang datar dengan sudut ikatan 120° . Ikatan π terbentuk karena orbital p dari karbon dan orbital p dari oksigen saling tumpang tindih. Selain itu juga terdapat dua pasang elektron bebas pada atom oksigen.



Oksigen jauh lebih elektronegatif daripada karbon, sehingga elektron dalam ikatan C=O tertarik ke atom oksigen, menghasilkan ikatan yang sangat terpolarisasi.



Sebagai akibat dari polarisasi ini, sebagian besar reaksi karbonil melibatkan serangan **nukleofilik** pada karbon karbonil, dan sering diiringi dengan adisi proton pada oksigen.



Jadi, ikatan rangkap karbon-oksigen (C=O) berbeda dengan ikatan rangkap karbon-karbon (C=C). Ikatan rangkap karbon-karbon tidak terpolarisasi dan serangannya terhadap karbon melibatkan elektrofil.

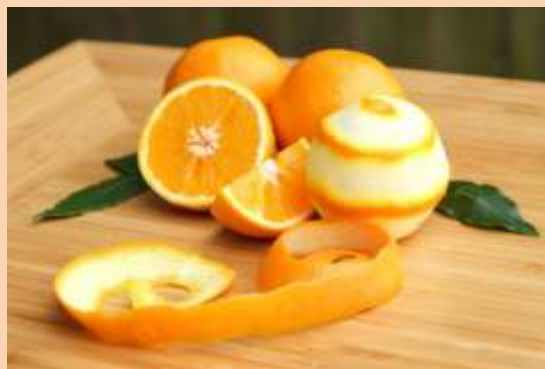
Info Kimia

Kulit Jeruk sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fossil

Kulit jeruk terbentuk dari kantong-kantong kecil yang rapat. Kantong inilah yang berisi cairan berupa minyak atsiri yang bila kulit jeruk dilipat, kantong-kantongnya pecah dan minyak akan menguap menjadi gas. Komposisi-komposisi dari gas pada kulit jeruk itu sendiri kompleks dan keseluruhannya membentuk gas yang mudah lepas pada udara bebas.

Kulit jeruk mengandung atsiri yang mudah menguap dan terbakar. Minyak kulit jeruk mengandung limonen (94%), mirsen (2%), linalol (0,5%), oktanal (0,5%), dekanal (0,4%), sitronelal (0,1%), neral (0,1%), geranial (0,1%), valensen (0,05%), --sinnsial (0,02%), dan -- sinnsial (0,01%).

Ketika minyak atsiri pada kulit jeruk yang masih segar disemprotkan pada api lilin, ternyata



Sumber: food.detik.com

nyala api membesar dan menimbulkan percikan-percikan api kecil. Fakta ini sangat memungkinkan minyak atsiri pada kulit jeruk digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil karena daya bakarnya yang cukup besar.

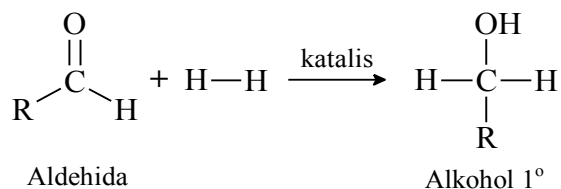
Sumber: amikom.ac.id

F. Reaksi-reaksi Aldehida

1. Reaksi Adisi Nukleofilik

Suatu pereaksi dapat masuk ke dalam ikatan rangkap karbonil. Pada senyawa karbonil dapat terjadi hidrogenasi yang menyebabkan aldehida direduksi menjadi alkohol primer.

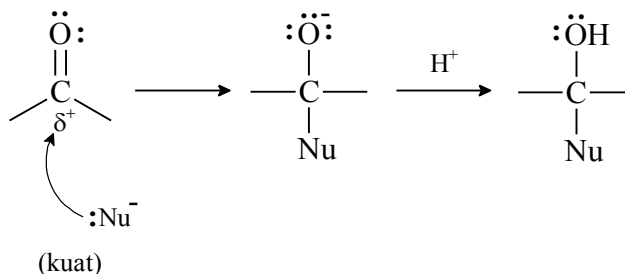
Reaksi Umum:



Reaksi adisi nukleofilik merupakan reaksi yang paling banyak terjadi pada senyawa aldehida. Serangan nukleofil pada atom karbon dari ikatan rangkap karbon-oksigen terjadi karena karbon mempunyai muatan positif parsial. Adisi nukleofilik (H-Nu) mengarah pada ikatan rangkap dua karbon-oksigen.

Gugus karbonil bersifat polar. Gugus ini dapat dimasuki suatu nukleofil pada karbon karbonil, dan dapat dimasuki suatu elektrofil pada oksigen karbonil.

Reaksi adisi dengan nukleofil kuat:

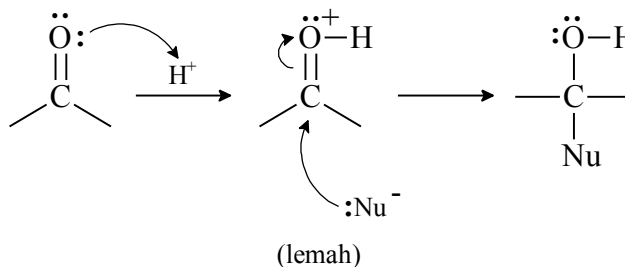


Beberapa nukleofil yang bermuatan negatif

- OH⁻ (ion hidroksida)
- H⁻ (ion hidrida)
- R₃C⁻ (karbanion)
- RO⁻ (ion alkoksida)
- CN⁻ (ion sianida)

Arah serangan reaksi nukleofil terhadap elektrofil atom C gugus karbonil adalah tegak lurus terhadap bidang gugus karbonil. Pada reaksi ini terjadi rehibridisasi karbon karbonil dari sp^2 yang berbentuk trigonal mejadi sp^3 yang membentuk suatu intermediet ion alkoksida tetrahedral.

Reaksi adisi dengan elektrofil (H⁺) dilanjutkan dengan reaksi dengan suatu nukleofil lemah:



Beberapa nukleofilik yang netral

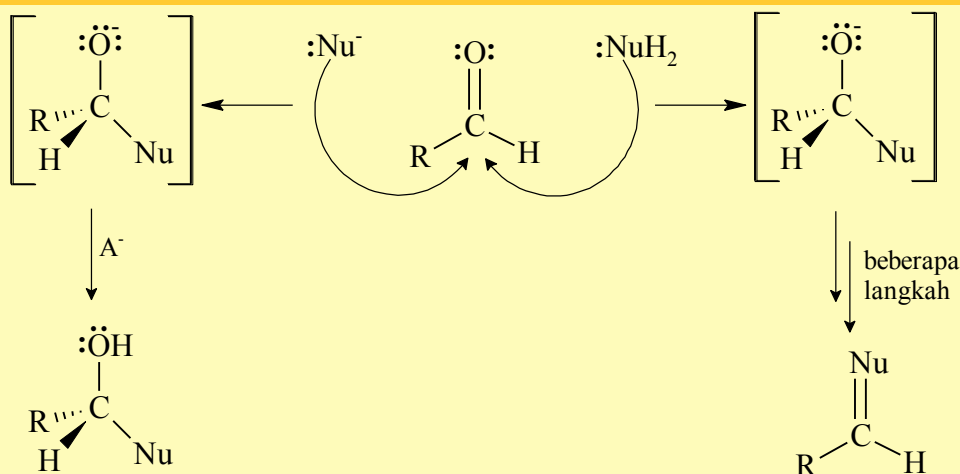
- HOH (air)
- ROH (alkohol)
- NH₃ (amonia)
- RNH₂ (amina)

Suatu nukleofil dapat bermuatan negatif (Nu^-) atau netral ($:\text{Nu}-\text{H}$). Jika tidak bermuatan atau netral, biasanya mempunyai atom hidrogen dan dapat terjadi reaksi eliminasi. Nukleofil yang bermuatan negatif biasanya lebih reaktif dari nukleofil yang netral.

Adisi nukleofilik pada aldehida maupun keton, terdapat dua kemungkinan hasil reaksi:

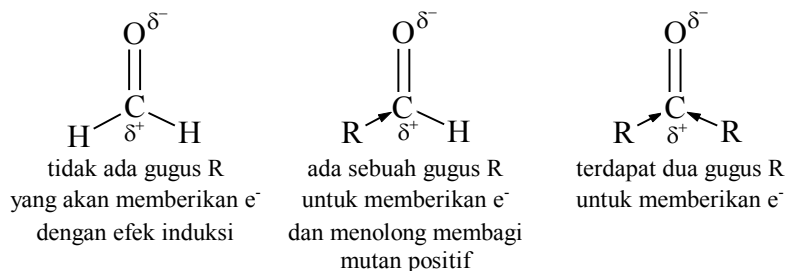
1. Intermediet tetrahedral yang dapat diprotonasi dengan asam atau air menghasilkan alkohol.
2. Atom oksigen karbonil dapat dieliminasi sebagai OH^- atau H_2O menghasilkan ikatan rangkap $\text{C}=\text{Nu}$.

Mekanisme Reaksi Adisi Nukleofilik

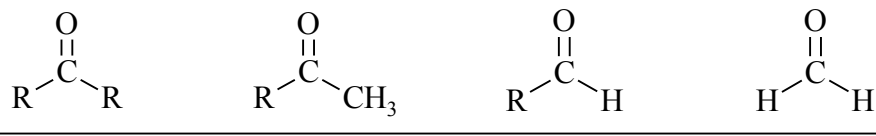


Dua pola reaksi adisi nukleofilik yang dapat terjadi pada senyawa aldehida

Pada reaksi ini, aldehida bereaksi lebih cepat dan lebih sempurna dibandingkan keton. Perbedaan kereaktifan disebabkan karena keton lebih stabil daripada aldehida. Stabilitas keton yang lebih besar disebabkan oleh adanya delokalisasi muatan positif karbon karbonil secara induksi.



Karbon karbonil aldehida lebih terbuka dan hasil dari reaksi adisinya memiliki hambatan sterik yang lemah.

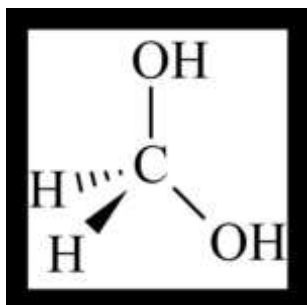


Semakin ke kanan, hambatan sterik semakin berkurang di sekitar C=O, reaktivitas untuk reaksi adisi semakin bertambah.

a. Adisi Air (Hidrasi)

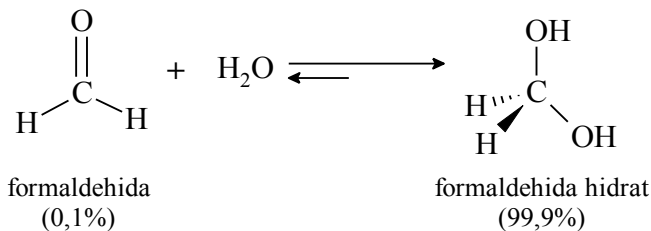
Adisi nukleofilik air pada aldehida dapat dikatalisis dengan asam maupun basa. Air merupakan nukleofil yang lemah, oleh karena itu diperlukan sedikit asam atau basa sebagai katalis agar terjadi adisi pada gugus karbonil. Reaksi adisi ini bersifat *reversible*. Hanya aldehida yang paling reaktif yang dapat membentuk hidrat yang stabil, misalnya formaldehida dan kloral.

Air bereaksi dengan aldehida membentuk hidrat $\text{RCHO}\cdot\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{RC}(\text{OH})_2\text{H}$. Hidrat ini merupakan geminal (gem) diol, artinya kedua gugus hidroksil berada pada atom karbon yang sama. Gem-diol dapat mengeluarkan molekul air menjadi aldehida atau keton. Gem-diol lebih banyak disukai pada aldehida yang sederhana. Sebagai contoh, larutan formaldehida mengandung 99,9% gem-diol dan 0,1% aldehida. Hal ini berbeda dengan senyawa keton yang mengandung sedikit gem-diol.

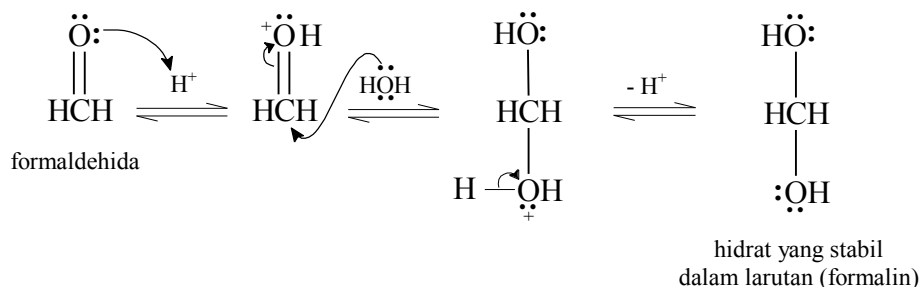


Marker

Aldehida 12. Formaldehida Hdrat



Mekanisme reaksi adisi air pada aldehida adalah sebagai berikut:



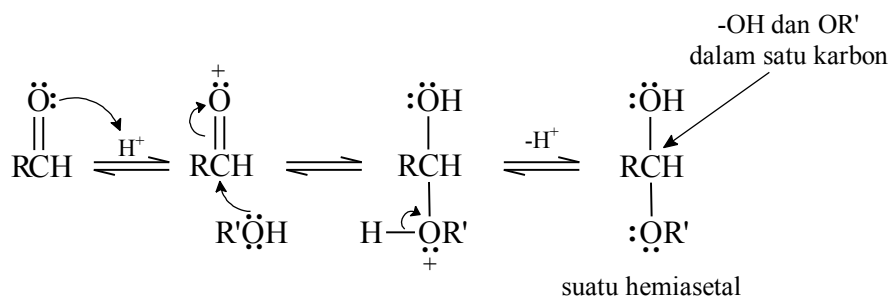
Pada reaksi adisi nukleofilik air tersebut, senyawa aldehida dikatalisis oleh asam. Selain dengan senyawa asam, reaksi adisi nukleofilik air pada senyawa karbonil juga dapat dikatalisis oleh basa.

b. Adisi Alkohol

Adisi alkohol pada aldehida juga menggunakan asam sebagai katalis karena alkohol merupakan nukleofil yang lemah. Hasil dari adisi 1 molekul alkohol

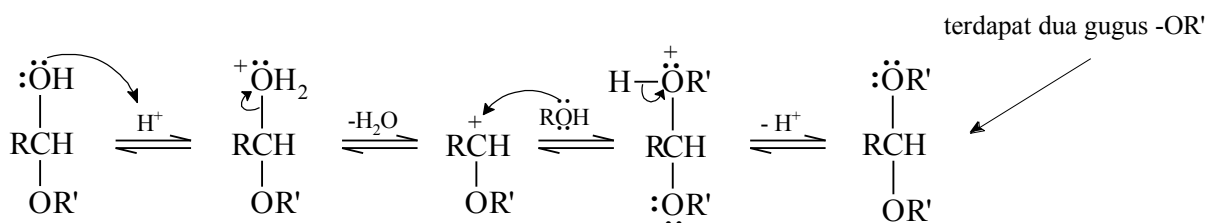
ke dalam 1 molekul aldehida adalah **hemiasetal**, yaitu suatu senyawa yang mempunyai gugus $-OH$ dan $-OR$ dalam satu karbon.

Adisi dari mol pertama $R'OH$:

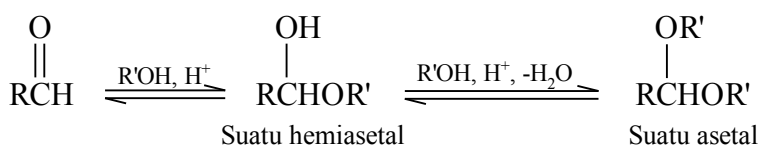


Hemiasetal yang dihasilkan dapat bereaksi lagi dengan alkohol menghasilkan **asetal**, suatu senyawa dengan dua gugus $-OR$ terikat pada satu karbon.

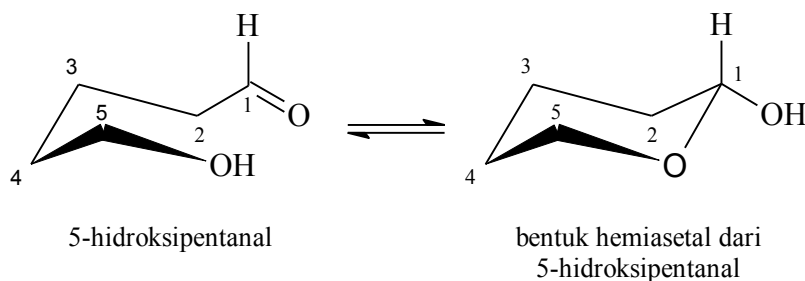
Substitusi dari mol kedua $R'OH$:



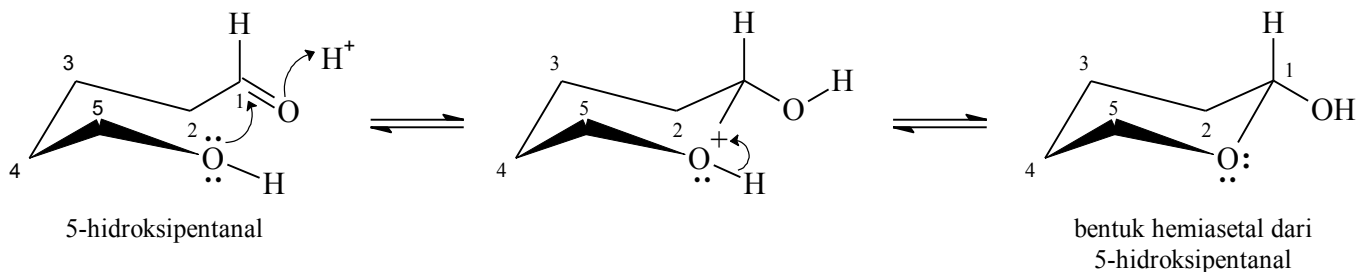
Reaksi umum pembuatan hemiasetal dan asetal:



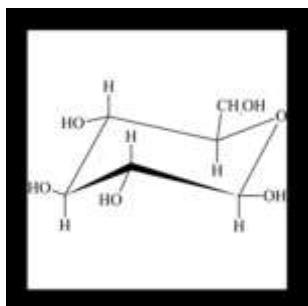
Aldehida yang mempunyai gugus hidroksi yang terletak dalam molekul yang sama dapat melakukan kesetimbangan dengan **hemiasetal siklik**. Hemiasetal siklik terbentuk melalui adisi nukleofilik *intramolekul*, misalnya 5-hidroksipentanal.



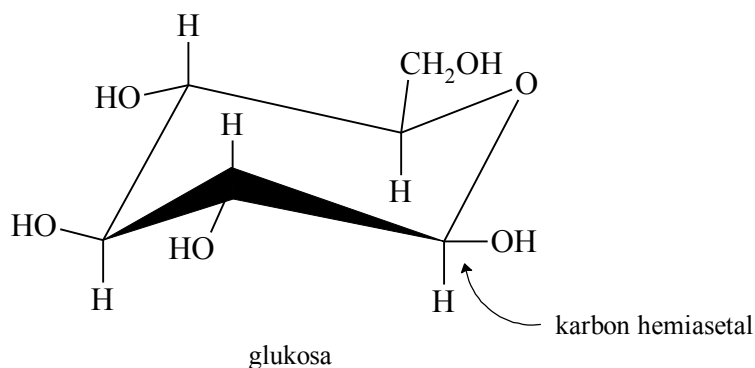
Gugus hidroksil yang letaknya tepat akan bertindak sebagai nukleofil terhadap karbon karbonil. Siklisasi (pembentukan gugus siklik) terjadi melalui mekanisme berikut:



Senyawa aldehida dengan 4 atau 5 atom karbon dan mengandung gugus hidroksil cenderung membentuk hemiasetal dan asetal siklik karena ukuran cincin (mengandung lima atau enam atom karbon) relatif bebas dari regangan. Misalnya, glukosa merupakan karbohidrat penting yang berada dalam bentuk hemiasetal siklik.

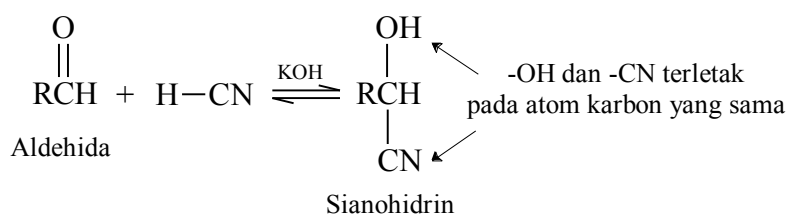


Marker
Aldehida 13. Glukosa



c. Adisi Hidrogen Sianida

Hidrogen sianida ($\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}:$) merupakan asam lemah, berwujud cairan atau gas yang beracun pada temperatur kamar. Titik didih hidrogen sianida adalah 26°C . Senyawa aldehida dapat bereaksi dengan HCN menghasilkan senyawa sianohidrin, suatu senyawa dengan $-\text{OH}$ dan $-\text{CN}$ terikat pada satu atom karbon yang sama. Reaksi ini biasanya menggunakan katalis basa.

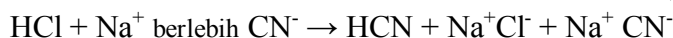


Toksistas dan titik didih hidrogen sianida relatif rendah, sehingga dalam pembuatannya biasanya ditambahkan asam H₂SO₄ atau HCl ke dalam NaCN atau KCN.

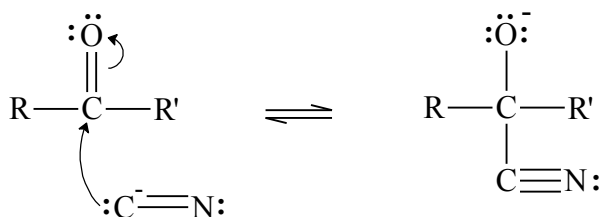
Tahap pembuatan HCN:

Tahap 1, Pembentukan HCN:

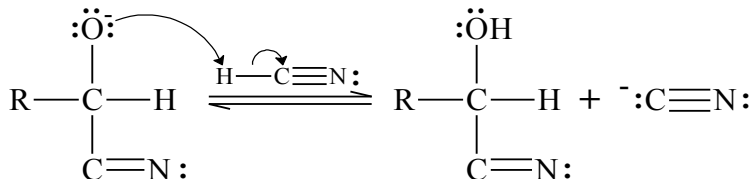
Diperlukan sedikit sianida bebas untuk reaksi



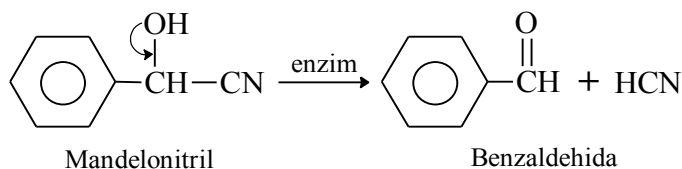
Tahap 2, Adisi Ion Sianida:



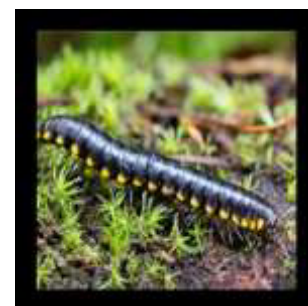
Tahap 3, Pembentukan Sianohidrin:



Pada lipan terdapat sianohidrin mandelonitril pada kelenjar pertahanannya. Jika lipan diserang, mandelonitril akan terurai secara enzimatik menjadi campuran aldehida dan hidrogen sianida. Seekor lipan dapat menghasilkan senyawa HCN.



Selain lipan, sianohidrin juga terdapat pada tanaman yang seringkali dijumpai dalam bentuk derivatnya dimana gugus -OH telah diubah menjadi -OR, R merupakan karbohidrat. *Cyanogenic glycosides* ini dijumpai dalam



Sumber: bioweb.uwlax.edu

Marker

Aldehida 14. Mandelonitril

Ketika diserang, lipan akan melindungi diri dengan cara mengubah benzaldehida sianohidrin menjadi hidrogen sianida dan benzaldehida.



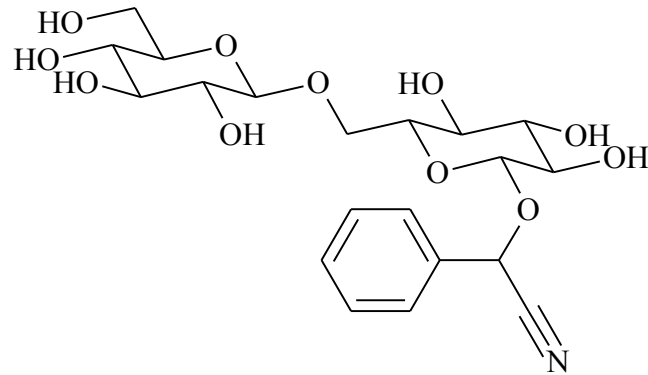
Sumber: www.portalkesehatan.com

Marker

Aldehida 15. Amygdalin

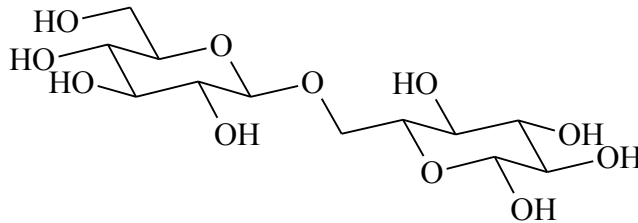
Amygdalin paling banyak ditemukan dalam biji buah aprikot.

bentuk *amygdalin*, yang dapat ditemukan dalam buah badam yang pahit dan pada biji buah persik, prem, aprikot, dan buah-buahan sejenisnya.

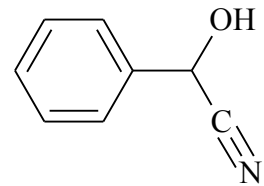


Amygdalin

Enzim katalis hidrolisis dari amygdalin menghasilkan karbohidrat gentiobiose dan benzaldehida sianohidrin, yang memisahkan benzaldehida dan hidrogen sianida.



Gentiobiose

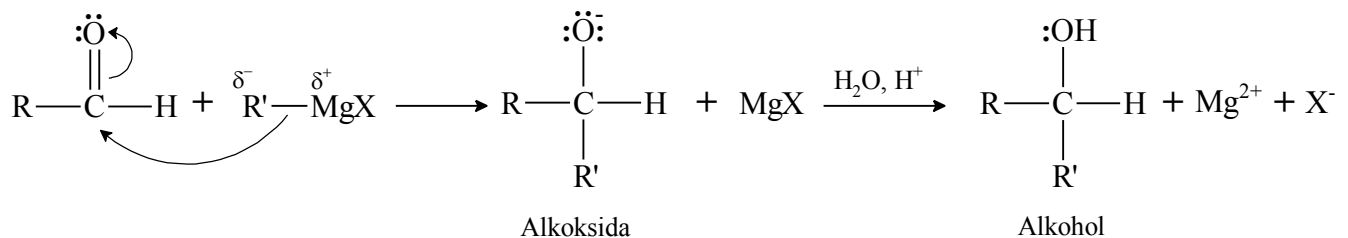


Benzaldehida sianohidrin

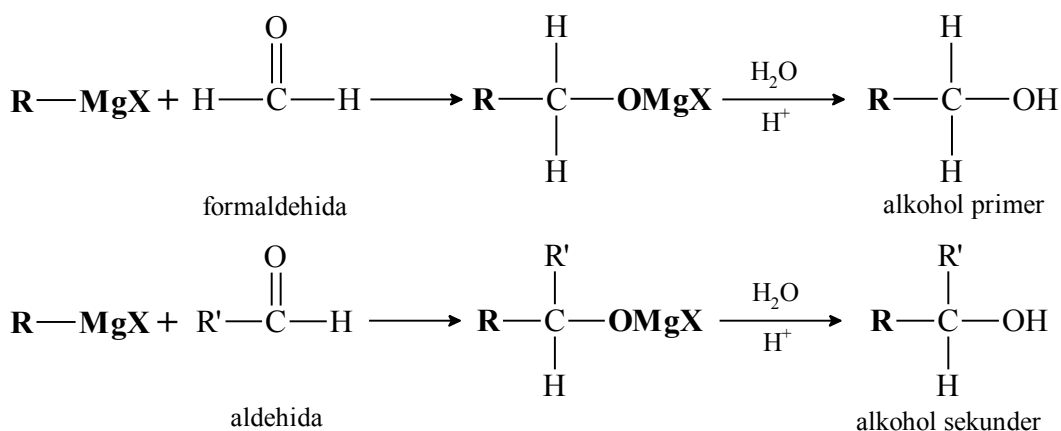
Reagen Grignard adalah senyawa organomagnesium dengan jenis RMgX atau ArMgX .

d. Adisi dari Reagen Grignard

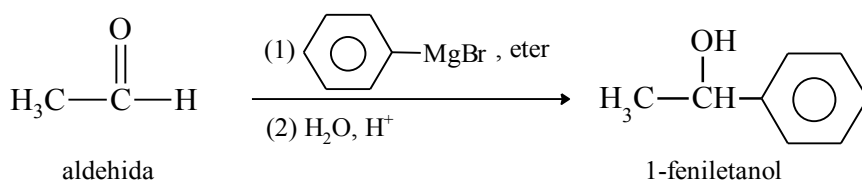
Suatu senyawa aldehida yang direaksikan dengan pereagen Grignard (RMgX) akan menghasilkan alkoksida. Reagen Grignard adalah suatu nukleofil kuat yang apabila direaksikan dengan aldehida atau keton akan menghasilkan alkoksida. Selanjutnya penambahan asam pada alkoksida akan menghasilkan alkohol.



Reagen Grignard bereaksi dengan formaldehida menghasilkan alkohol primer. sedangkan jika bereaksi dengan aldehida lain akan menghasilkan alkohol sekunder.



Reaksi asetaldehida dengan reagen Grignard:



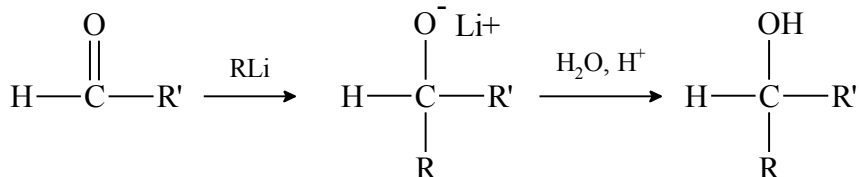
Selain reagen Grignard, reagen organologam lain seperti organolitium dan asetilida juga bereaksi dengan senyawa karbonil. Reaksinya mirip dengan reagen Grignard.

Pereaksi organolitium (RLi) adalah suatu pereaksi yang sama dengan reagen Grignard, namun litium lebih elektropositif daripada magnesium. Pereaksi ini juga lebih reaktif daripada reagen Grignard sehingga sangat berguna sebagai pereaksi untuk sintesis.

Pembuatan Pereaksi organolitium:



Reaksi dari Pereaksi organolitium, dilanjutkan dengan Hidrolisis:

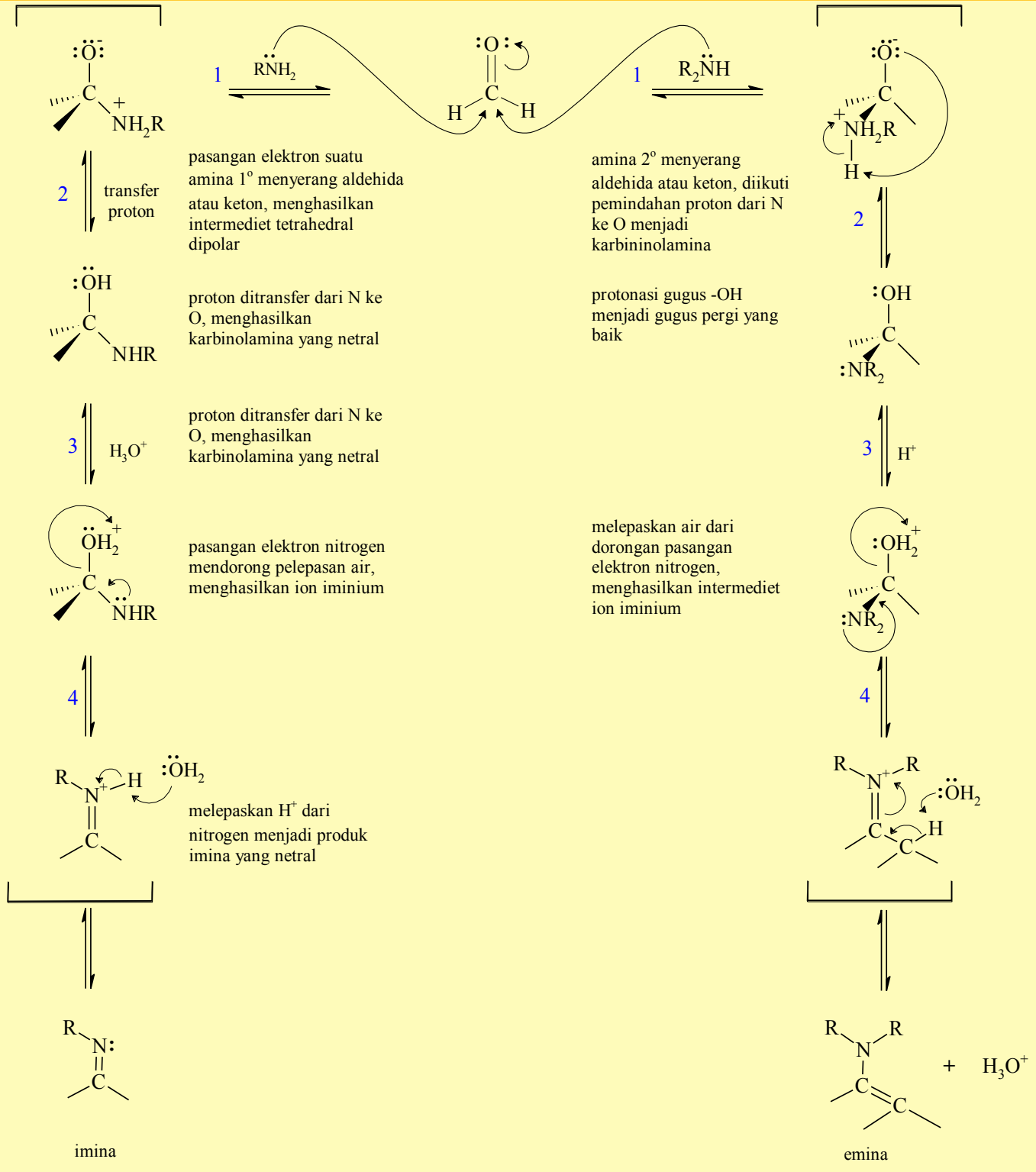


e. Adisi Nukleofil Nitrogen

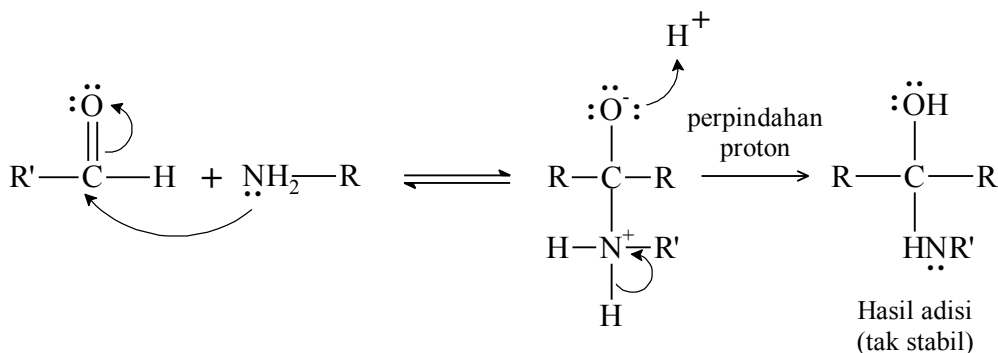
Amina, amonia, dan senyawa tertentu lain mempunyai pasangan elektron bebas pada atom nitrogen dan bertindak sebagai nukleofil nitrogen terhadap atom karbon karbonil. Amina primer dan amina sekunder dapat bereaksi dengan aldehida melalui reaksi adisi nukleofilik. Reaksi adisi nukleofilik amina primer dengan aldehida atau keton akan menghasilkan senyawa imina,

$R_2C=NR$; sedangkan reaksi adisi amina sekunder dengan aldehida atau keton akan menghasilkan senyawa enamina, $R_2N-CR=CR_2$.

Mekanisme reaksi adisi pembentukan imina dan enamina



Senyawa yang mengandung gugus -NH_2 seperti amina primer (RNH_2 atau ArNH_2) dan hidrazin (NH_2NH_2 , ArNHNH_2), hasil adisinya biasanya tidak stabil. Sehingga, produk hasil adisi ini kemudian akan melepas air (mengalami eliminasi air) dan membentuk produk dengan ikatan rangkap karbon-nitrogen.

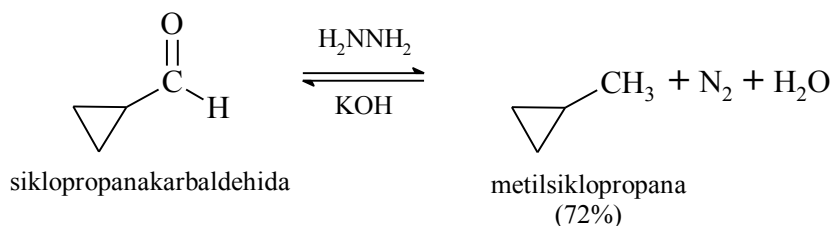


Senyawa lain turunan amonia yang mengandung gugus -NH_2 juga bereaksi dengan senyawa karbonil seperti amina amina primer. Berikut ini merupakan contoh spesifik turunan nitrogen dari senyawa karbonil.

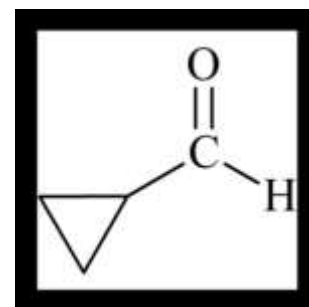
Tabel 1.3 Turunan nitrogen dari senyawa karbonil			
Rumus turunan amonia	Nama	Rumus turunan karbonil	Nama
RNH_2 atau ArNH_2	Amina primer	$\text{C}=\text{NR}$ atau $\text{C}=\text{NAr}$	Imina
NH_2OH	Hidroksilamina	$\text{C}=\text{NOH}$	Oksim
NH_2NH_2	Hidrazina	$\text{C}=\text{NNH}_2$	Hidrazon
$\text{NH}_2\text{NHC}_6\text{H}_5$	Fenilhidrazina	$\text{C}=\text{NNHC}_6\text{H}_5$	Fenilhidrazon

f. Adisi Nukleofilik Hidrazina (Reaksi Wolff-Kishner)

Jika aldehida atau keton direaksikan dengan hidrazina/KOH pada suhu 240°C , maka akan menghasilkan alkana.



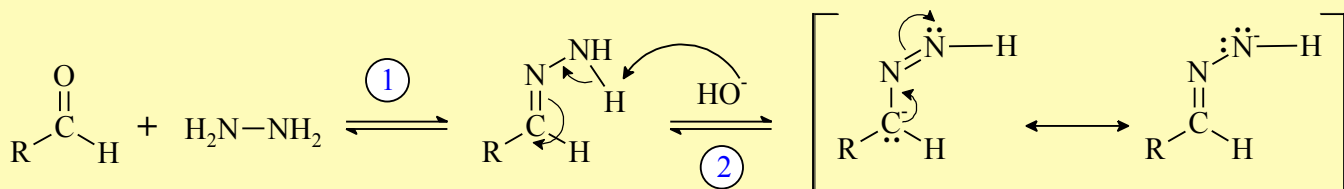
Reaksi *Wolff-Kishner* terjadi melalui pembentukan intermediet hidrazon ($\text{R}_2\text{C}=\text{NNH}_2$), diikuti perpindahan ikatan rangkap dengan melepaskan gas N_2



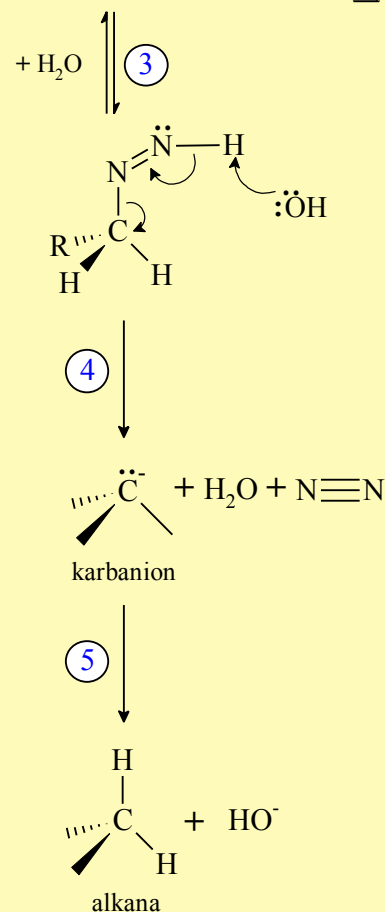
Marker
Aldehida 16. Siklopropanakarbalehida

dan menghasilkan alkana. Perpindahan ikatan rangkap terjadi jika basa menarik satu proton dari NH menghasilkan anion hidrazon. Anion hidrazon merupakan suatu struktur resonansi alilik, sehingga protonasi dapat berlangsung pada atom karbon karena antara nitrogen dan karbon yang bermuatan negatif dapat terjadi ikatan rangkap.

Mekanisme Reaksi *Wolff-Kishner*



- ① Reaksi aldehida/keton dengan hidrazin menghasilkan hidrazon
- ② Basa menarik H^+ (asam lemah) dari $-NH_2$ menjadi anion hidrazon. Anion ini menghasilkan resonansi 'alilik' antara muatan negatif pada karbon dan ikatan rangkap pada nitrogen
- ③ Protonasi atom karbon menjadi intermediet netral
- ④ Dengan adanya basa OH^- , nitrogen akan lepas dan menghasilkan suatu karbanion
- ⑤ Protonasi karbanion menghasilkan produk alkana

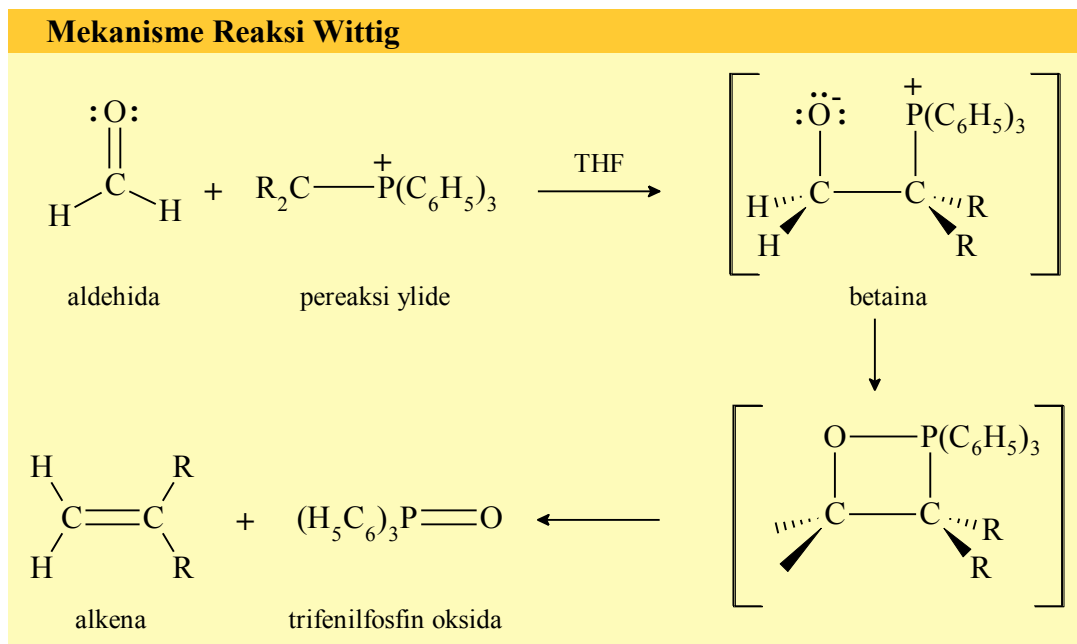


g. Adisi Ylida Fosforus (Reaksi Wittig)

Aldehida dapat diubah menjadi alkena melalui reaksi Wittig. Reaksi Wittig adalah metode pembuatan ikatan karbon-karbon dengan cara mengubah suatu ikatan rangkap dua **karbon-oksigen** menjadi ikatan rangkap dua **karbon-karbon**.

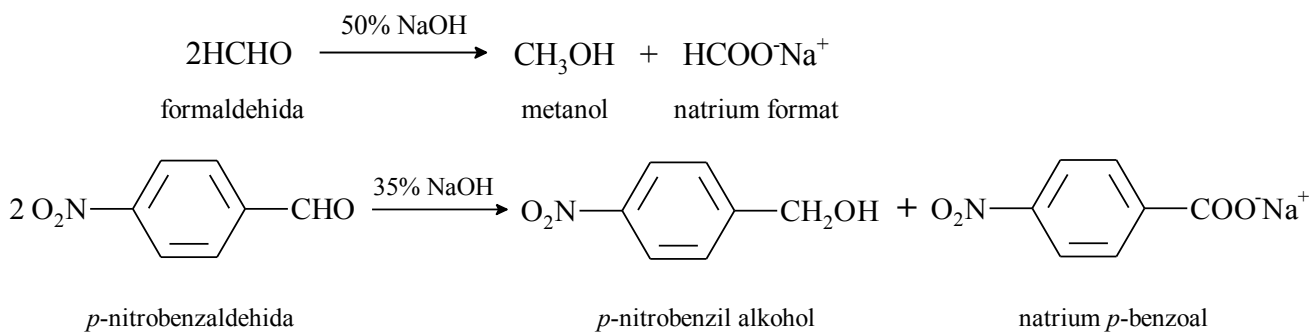
Pereaksi Wittig merupakan senyawa yang mengandung fosfor yang disebut ylida fosforus dengan rumus senyawa $R_2C^+P(C_6H_5)_3$, atau biasa disebut dengan *fosforan*.

Ylida bereaksi dengan gugus karbonil menghasilkan *betain*. *Betain* merupakan suatu spesi yang dengan satu atom fosfor bermuatan positif dan satu atom oksigen bermuatan negatif yang terikat pada atom karbon yang letaknya bersebelahan.

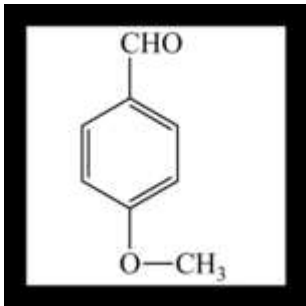
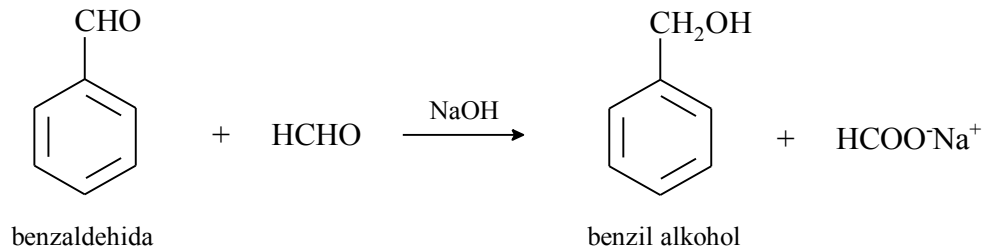


2. Reaksi Canizzaro

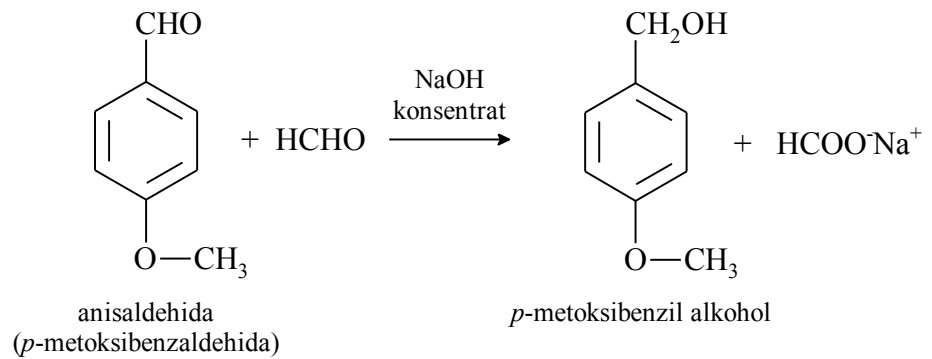
Reaksi Canizzaro adalah reaksi oksidasi-reduksi yang dilakukan oleh aldehyda sendiri dengan menghasilkan campuran alkohol dan garam dari asam karboksilatnya. Reaksi ini terjadi pada suatu senyawa aldehyda yang tidak mempunyai hidrogen- α dan berada dalam suasana basa.



Jika bahan awalnya merupakan dua senyawa aldehida yang berbeda, yang tidak memiliki hidrogen- α , maka akan dihasilkan produk *cross*-Canizzaro.

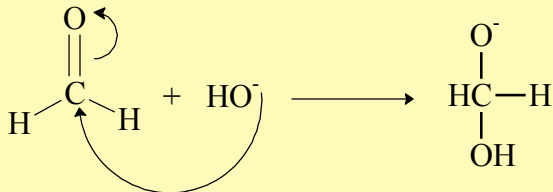


Marker
Aldehida 17. Anisaldehyde

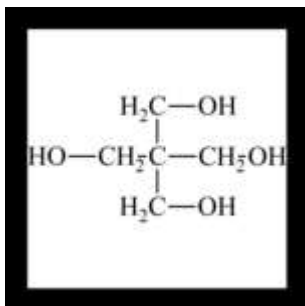
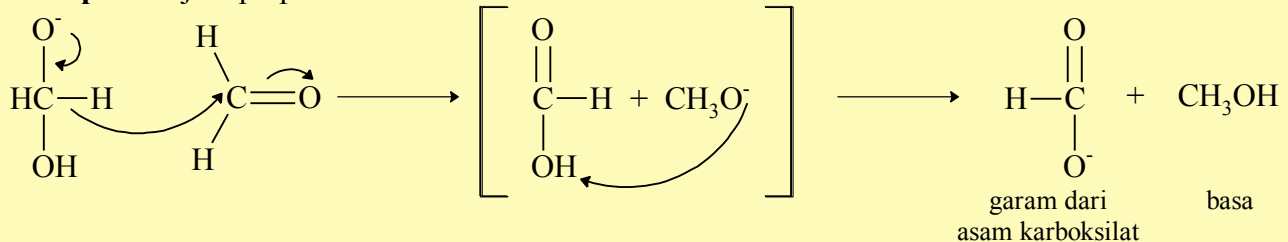


Mekanisme Reaksi Canizzaro

Tahap 1. Serangan basa (OH^-) pada gugus karbonil.

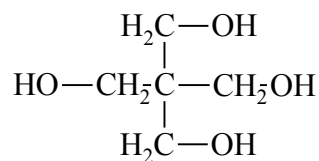


Tahap 2. Terjadi perpindahan ion hidrida



Marker
Aldehida 18. Pentaeritriol

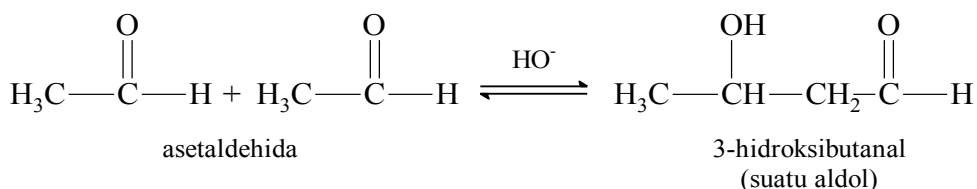
Reaksi Canizzaro digunakan dalam industri sintesis pentaeritriol yang merupakan bahan pembuatan deterjen atau bahan pencuci alat-alat rumah tangga.



Pentaeritriol

3. Kondensasi Aldol

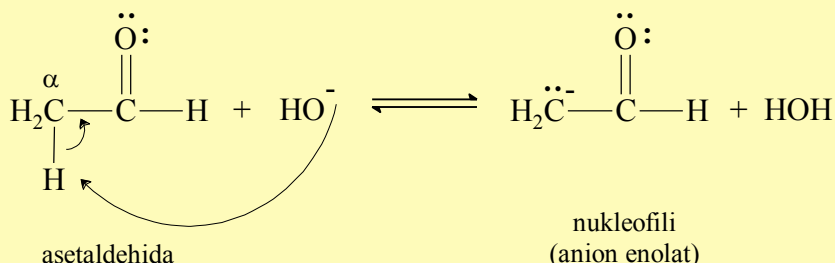
Suatu senyawa aldehida yang mempunyai hidrogen- α jika direaksikan dengan basa kuat akan mengalami reaksi yang dikenal dengan nama **kondensasi aldol**. Contoh paling sederhana dari kondensasi aldol adalah reaksi dari dua molekul asetaldehida dengan sedikit katalis basa yang akan menghasilkan 3-hidroksibutanal.



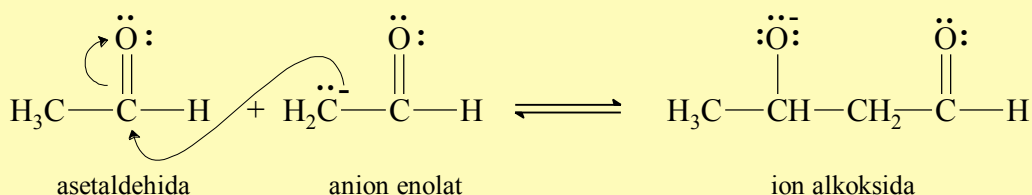
Produk hasil reaksi disebut **aldol** karena mengandung aldehida dan alkohol.

Mekanisme Reaksi kondensasi aldol dari asetaldehida

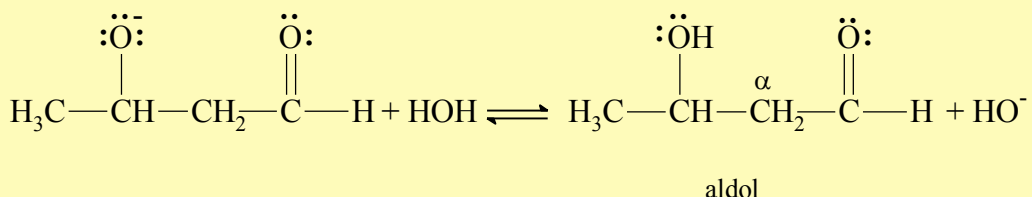
Langkah 1



Langkah 2

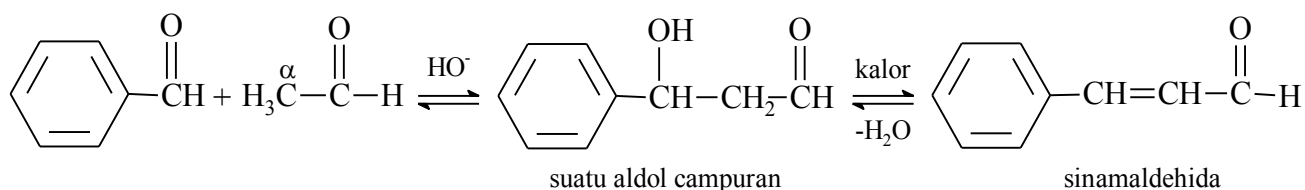


Langkah 3



Pada umumnya, kondensasi aldol terjadi antara dua senyawa aldehida yang sama atau dua senyawa keton yang sama, yang mempunyai hidrogen- α , dan terjadi dalam suasana basa. Jika reaksi terjadi pada dua senyawa karbonil yang berbeda, salah satunya mengandung hidrogen- α , dan berada dalam suasana basa, maka akan menghasilkan produk yang dikenal dengan nama

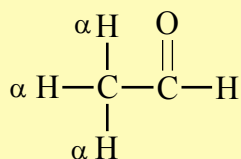
kondensasi aldol campuran atau **kondensasi aldol silang**. Misalnya, reaksi antara asetaldehida dan benzaldehida. Dalam reaksi antara kedua senyawa ini, hanya asetaldehida yang dapat membentuk anion enolat karena mempunyai hidrogen- α , sedangkan benzaldehida tidak.



Reaksi ini juga dapat terjadi antara senyawa aldehida dan keton, namun keduanya harus mempunyai hidrogen- α .

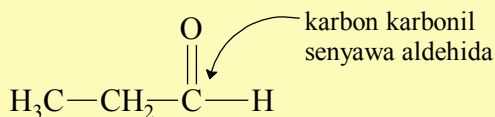
Mekanisme Reaksi aldol campuran

Langkah 1. Tentukan senyawa aldehida mana yang dapat melepaskan hidrogen- α .



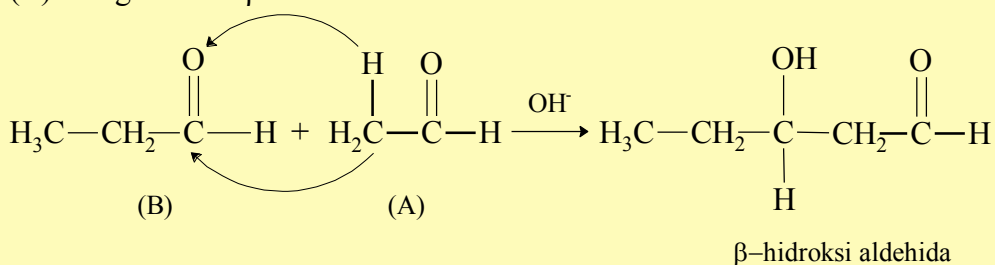
Asetaldehida (A)

Langkah 2. Urutkan senyawa aldehida yang mempunyai hidrogen- α , yang akan bereaksi dengan karbon karbonil dari suatu senyawa aldehida.

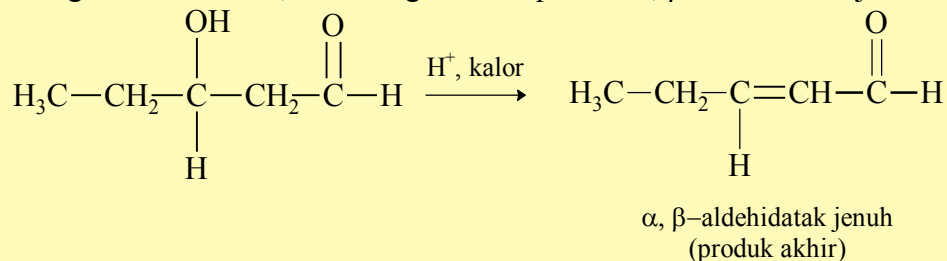


propanal (B)

Langkah 3. Hidrogen- α dari senyawa asetaldehida (A) menyerang atom oksigen senyawa propanal (B), sedangkan karbanion dari senyawa (A) akan menyerang ion karbonium senyawa (B) menghasilkan β -hidroksi aldehida.

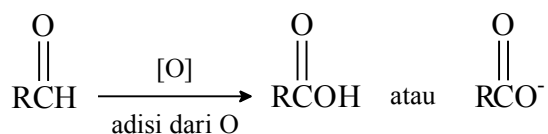


Langkah 4. Senyawa β-hidroksi aldehida yang direaksikan dengan asam atau pemanasan akan mengalami eliminasi, dan menghasilkan produk α, β-aldehida tak jenuh.

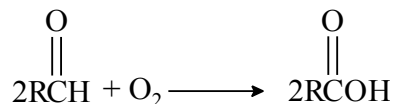


4. Oksidasi Aldehida

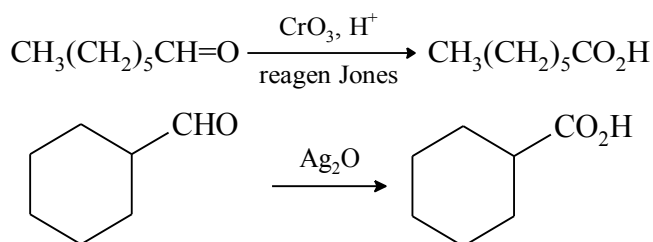
Aldehida lebih mudah dioksidasi daripada keton. Reaksi oksidasi pada aldehida dapat dilihat pada reaksi oksidasi terhadap alkohol primer. Bila dioksidasi, aldehida akan menghasilkan asam karboksilat (RCOOH) atau ion karboksilat (RCOO⁻).



Aldehida juga akan dioksidasi oleh oksigen dari udara pada temperatur kamar. Oleh sebab itu, aldehida sangat mudah terkontaminasi sehingga mengandung asam. Kontaminasi ini disebabkan oleh oksidasi udara.



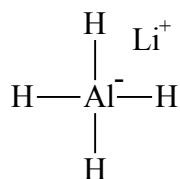
Reaksi oksidasi pada aldehida terjadi dengan mudah oleh sebab itu banyak zat pengoksidasi yang dapat digunakan, seperti KMnO₄, CrO₃, Ag₂O, dan perasam.



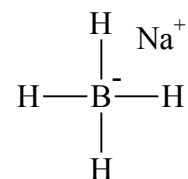
5. Reduksi Aldehida

Aldehida dapat direduksi menjadi alkohol primer. Umumnya reaksi ini dilakukan dengan hidrida logam. Hidrida logam yang paling sering digunakan untuk mereduksi senyawa karbonil adalah **litium aluminium hidrida** (LiAlH₄) dan **natrium borohidrida** (NaBH₄).

Struktur LiAlH₄ dan NaBH₄ adalah sebagai berikut:

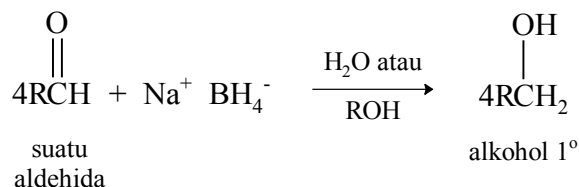


Litium aluminium hidrida
(LAH)



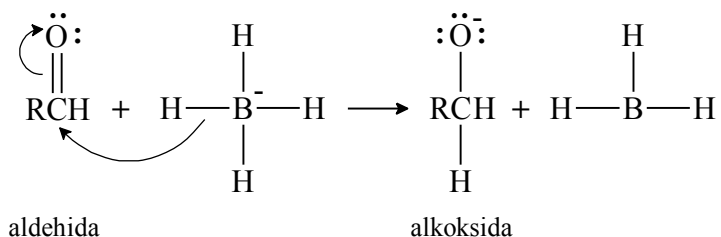
Natrium borohidrida

Reaksi umum reduksi aldehida dengan NaBH₄:



Ion BH₄⁻ mengandung empat hidrida, sehingga dapat mereduksi empat molekul aldehida maupun keton. Pada reaksi ini terjadi pemindahan ion hidrida (H⁻) dari boron ke empat karbon karbonil lain secara berurutan.

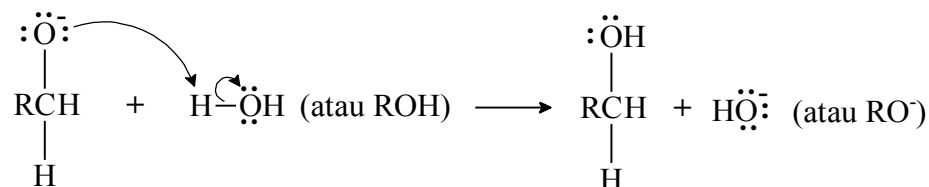
Tahap 1, Reduksi:



Pada reaksi di atas, masih terdapat ion hidrida. Ketiga ion tersebut dapat digunakan untuk mereduksi lagi tiga molekul dari senyawa karbonil.

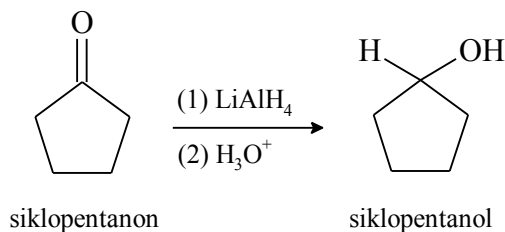
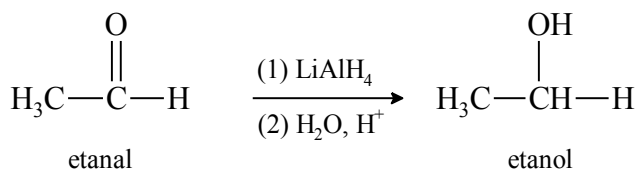
Produk awal berupa alkoksida. Selanjutnya, alkoksida akan terhidrolisis oleh air menghasilkan suatu alkohol. Apabila tidak menggunakan air, maka setelah reduksi dapat ditambahkan asam encer untuk mengubah alkoksida menjadi alkohol.

Tahap 2, Hidrolisis atau Alkoholisis:

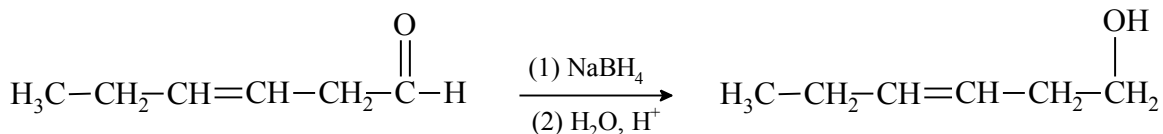


Litium aluminium hidrida (LiAlH₄) juga digunakan untuk mereduksi gugus karbonil. Reagen ini merupakan reduktor yang lebih kuat daripada natrium borohidrida dan dapat mereduksi gugus karbonil dari aldehida, keton, asam karboksilat, ester, dan sebagainya. Seperti natrium borohidrida, pada tahap reduksi, keseluruhan ion hidrida bereaksi dengan senyawa karbonil.

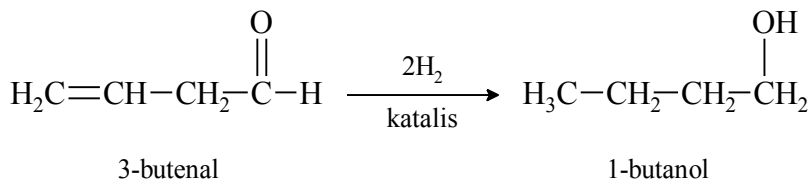
Selanjutnya, intermediet yang dihasilkan kemudian dihidrolisis dalam suasana asam, H_3O^+ . Contoh reduksi dengan LiAlH_4 :



Natrium borohidrida dan litium aluminium hidrida **tidak** mereduksi ikatan rangkap karbon-karbon karena ikatan rangkap karbon-karbon tidak mudah diserang oleh nukleofil.

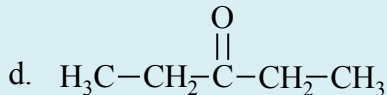
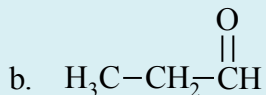
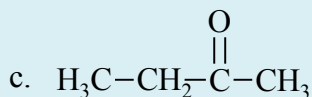
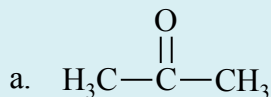


Gas hidrogen jika digunakan sebagai reduktor akan membuat ikatan rangkap karbon-karbon ikut tereduksi.

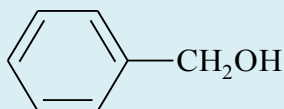


Soal 1.5

- Dari senyawa aldehida dan keton berikut, urutkan berdasarkan kereaktifannya terhadap reaksi adisi!

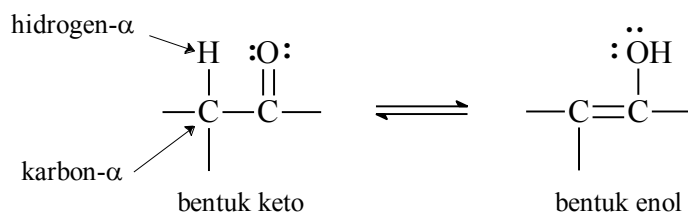


- Berdasarkan tabel 1.3, tuliskan persamaan untuk reaksi propanal dengan hidroksilamina.
- Tunjukkan bagaimana alkohol berikut dapat dibuat dari reagen Grignard dan suatu senyawa karbonil.



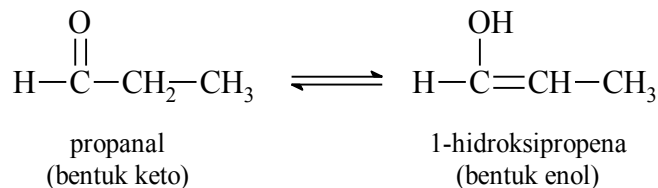
G. Tautomerisasi Aldehida

Atom karbon yang letaknya berdekatan dengan gugus karbonil disebut karbon- α , dan atom hidrogen yang terikat pada karbon- α disebut hidrogen- α . Suatu senyawa karbonil yang setidaknya memiliki satu hidrogen- α akan mengalami kesetimbangan dalam bentuk **keto-enol**. Nama enol diambil dari sistem IUPAC yang berasal dari alkena (*-en-*) dan alkohol (*-ol-*). Enol merupakan suatu senyawa yang mengandung gugus $-OH$ yang terikat atom yang memiliki ikatan rangkap dua.



Selain ikatan rangkap dua antara dua atom karbon, bentuk enol juga dapat terikat pada atom O, N, atau S yang memiliki ikatan rangkap dua.

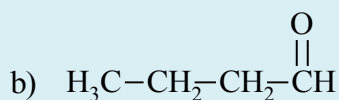
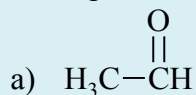
Bentuk keto dan enol merupakan contoh dari **tautomer**, suatu bentuk isomer dalam keadaan setimbang dengan perbedaan letak atom hidrogen dan ikatan rangkap dua. Bentuk isomer seperti ini disebut **tautomerisasi**.



Agar terjadi tautomerisasi, suatu senyawa harus mengandung sebuah ikatan rangkap pada **atom**, biasanya atom oksigen atau nitrogen, bukan **hanya** atom karbon.

Soal 1.6

Tuliskan persamaan tautomerisasi dari senyawa karbonil berikut ini. Tunjukkan semua kemungkinan tautomer yang ada.



H. Analisis Aldehida

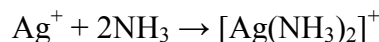
Aldehida atau keton akan bereaksi dengan 2,4-dinitrofenilhidrazina membentuk endapan berwarna kuning, orange, atau merah.

Pada umumnya aldehida lebih reaktif daripada keton. Aldehida dapat dibedakan dari keton karena kemudahannya untuk dioksidasi dengan menggunakan pengoksidasi ringan.

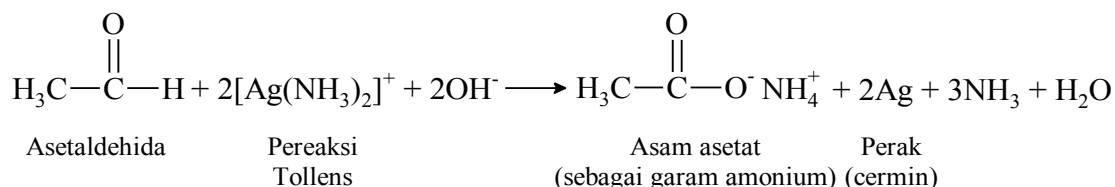
A. Uji Tollens

Dalam uji ini digunakan pengoksidasi ringan yaitu pereaksi **Tollens**. Pereaksi Tollens merupakan larutan basa dari perak nitrat. Larutan ini jernih dan tak berwarna.

Untuk mencegah pengendapan ion perak sebagai oksida (Ag_2O) pada suhu tinggi, ditambahkan beberapa tetes larutan amonia. Kemudian amonia akan membentuk kompleks larutan air dengan ion perak:



Jika aldeida direaksikan dengan pereaksi Tollens, maka akan terbentuk asam karboksilat. Pada saat itu ion perak akan direduksi menjadi logam perak, misalnya asetaldehida dioksidasi menjadi asam asetat. Perak biasanya mengendap seperti cermin pada tabung reaksi. Persamaan reaksi jika asetaldehida dioksidasi menjadi asam asetat:



Pada reaksi tersebut, asetaldehida (yang merupakan aldehida) teroksidasi menjadi asam asetat (asam karboksilat), maka senyawa asetaldehida ini merupakan pereduksi.

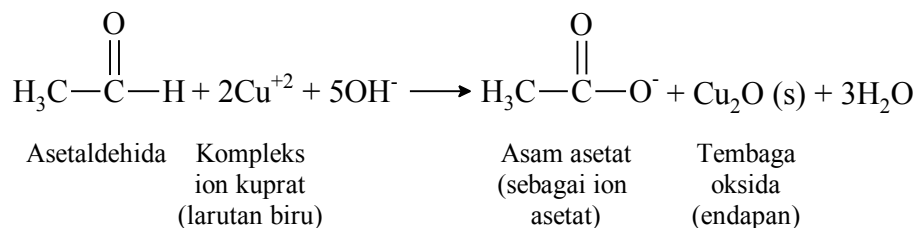
B. Uji Benedict dan Fehling

Pereaksi Benedict dan Fehling merupakan larutan basa berwarna biru dari tembaga sulfat yang susunannya sedikit berbeda. Jika aldehida dioksidasi menjadi asam karboksilat dengan pereaksi Benedict dan Fehling, maka akan diperoleh endapan tembaga oksida (Cu_2O) yang berwarna merah cerah.

Jika asetaldehida direaksikan dengan pereaksi Benedict dan Fehling, maka reaksinya adalah sebagai berikut:



Sumber: www.chem.wisc.edu
Aldehida dan pereaksi Tollens membentuk cermin perak pada dinding labu.



Aldehida akan teroksidasi menjadi asam asetat, sedangkan ion Cu^{+2} tereduksi menjadi Cu^+ .

C. Uji Schiff

Uji ini merupakan uji yang sangat sensitif untuk aldehida. Aldehida bereaksi dengan fuschin-aldehida menghasilkan warna magenta (ungu kemerahan) yang spesifik.

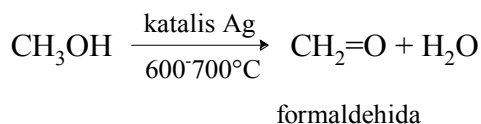
I. Beberapa Aldehida yang Sering Dijumpai



Sumber: www.anoleannals.org

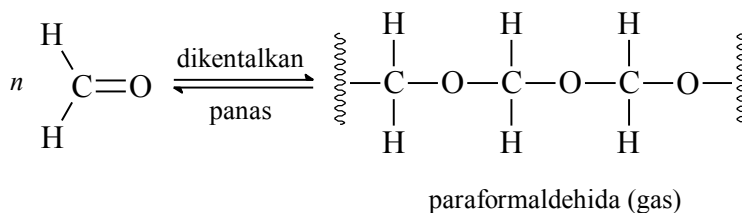
Formalin atau formaldehida digunakan untuk mengawetkan binatang.

Formaldehida merupakan senyawa aldehida yang paling sederhana dengan rumus $\text{H}-\text{CHO}$. Senyawa ini dibuat dengan cara oksidasi metanol.

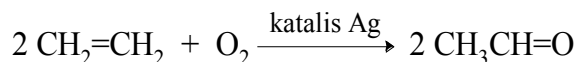


Formaldehida berwujud gas dengan titik didih -21°C , tetapi gas ini tidak dapat disimpan secara bebas karena mudah berpolimerisasi. Gas ini mudah terbakar, tidak berwarna, dan beracun dengan bau yang sangat menusuk. Formaldehida biasanya dijumpai dalam bentuk larutan 37% dalam air, atau lebih dikenal dengan nama *formalin*. Formalin digunakan sebagai disinfektan, insektisida, fumigan, pengawet mayat, industri bahan peledak, resin, plastik, tekstil, zat pewarna, insulasi bangunan, papan partikel, dan kayu lapis.

Formaldehida yang dikentalkan akan membentuk polimer berwarna putih yang disebut *paraformaldehida*. Polimer ini digunakan dalam disinfektan dan industri. Jika dipanaskan, paraformaldehida akan membentuk gas formaldehida.

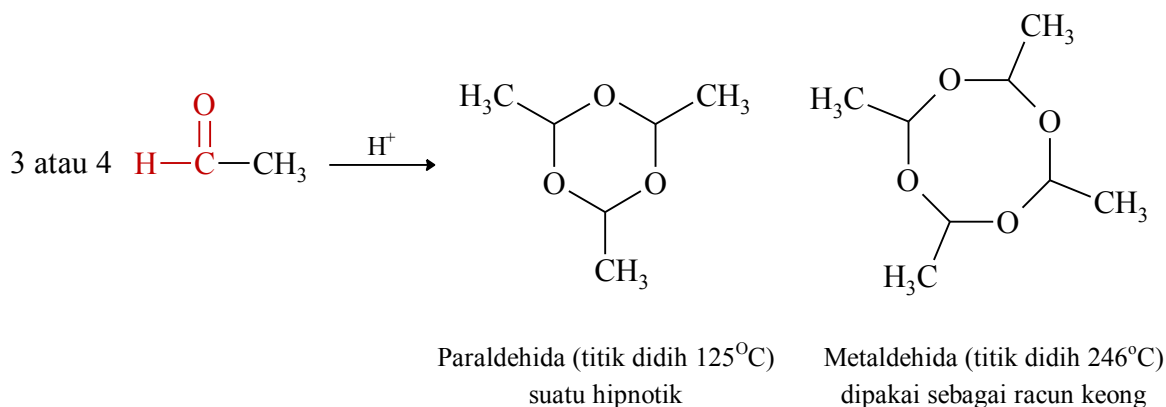


Asetaldehida adalah senyawa aldehida yang mengandung dua atom karbon, juga disebut sebagai etanal dengan rumus struktur $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$. Senyawa ini dibuat melalui oksidasi etilena dengan katalis paladium-tembaga.

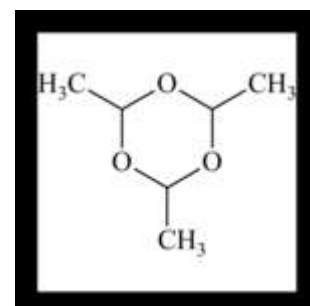


Asetaldehida berwujud cairan yang mudah terbakar, tak berwarna, larut dalam air, baunya merangsang, dan mempunyai titik didih 20°C . Senyawa ini tergolong sebagai narkotika dan penyebab gatal yang beracun. Dapat menyebabkan kematian apabila dosis yang digunakan tinggi dan uapnya terhisap. Asetaldehida digunakan dalam pembuatan zat warna, plastik, karet sintetis, dan senyawa lainnya.

Asetaldehida dapat dipolimerisasi menjadi senyawa siklik *paraldehida* dan *metaldehida*.

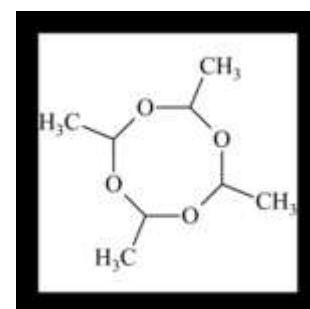


Tabel 1.4 Beberapa Aldehida yang Sering Dijumpai			
Rumus Senyawa	Rumus Struktur	Nama IUPAC	Nama Trivial
HCHO	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Metanal	Formaldehida
CH_3CHO	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	Etanal	Asetaldehida
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{CH}_3$	Propanal	Propionaldehida
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	Butanal	Butiraldehida
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$		Benzaldehida	Benzaldehida
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCHO}$		3-Fenil-2-propenal	Sinamaldehida



Marker

Aldehida 19. Siklopropanakarbaldehida



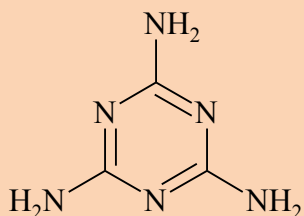
Marker

Aldehida 20. Siklopropanakarbaldehida

Kontaminasi Melamin dalam Suplemen Gizi

Suplemen gizi yang banyak dikonsumsi, terutama oleh atlet profesional, diindikasikan mengandung zat berbahaya yang dapat menyebabkan efek samping jangka panjang. Bahan berbahaya tersebut adalah "Scrap Melamin" yang terdiri dari multi-amina dan digunakan sebagai sumber nitrogen nonprotein yang diklaim dapat meningkatkan protein dalam tubuh. Berbagai efek samping yang dapat ditimbulkan yaitu nefrolitiasis, radang ginjal kronis, dan karsinoma kandung kemih. Melamin juga dapat menyebabkan kelainan sperma. Pada manusia, toksisitas yang disebabkan oleh melamin telah banyak dilaporkan.

Pada tahun 2008, di China terjadi gangguan kesehatan pada bayi dan anak-anak yang disebabkan karena susu formula tercemar melamin. Lebih dari 294.000 bayi didiagnosis menderita gangguan pada saluran kemih. 50.000 bayi dirawat di rumah sakit dan tercatat enam kematian yang disebabkan oleh melamin pada susu.



Struktur Melamin

Melamin membentuk nidus pusat batu pada urin, yang dapat menyebabkan hiperuraturia.



Sumber: www.webrestaurantstore.com

Dalam beberapa penelitian, juga diketahui bahwa melamin tidak dimetabolisme dan memiliki waktu paruh sangat pendek di dalam plasma. Kehadiran melamin dalam urin menjadi indikator konsumen telah mengonsumsi bahan makanan yang tercemar.

Saat ini, kandungan melamin dalam produk makanan masih tergolong rendah. Indikator pencemaran bahan makan bukan hanya berasal dari melamin, namun juga berdasarkan faktor-faktor lain. Namun, produk yang berhubungan dengan melamin memiliki potensi penyebab asam urat dan kalsium urolitiasis pada orang dewasa dan anak-anak.

Pada umumnya melamin digunakan sebagai bahan pembuatan alat makan yang terbuat dari melamin dan formaldehida melalui reaksi polikondensasi. Namun, paparan sinar matahari dan gesekan dengan benda lain menyebabkan terlepasnya formaldehida dari ikatan melamin sehingga dapat mengkontaminasi makanan.

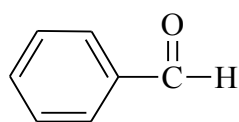
Sumber: e-resources.perpusnas.go.id

J. Aldehida di Alam

Aldehida sangat banyak terdapat di alam. Beberapa aldehida telah diisolasi dari tanaman maupun hewan. Banyak aldehida yang mempunyai bau harum dan cita rasa sehingga dimanfaatkan dalam produk parfum dan produk konsumsi lainnya.

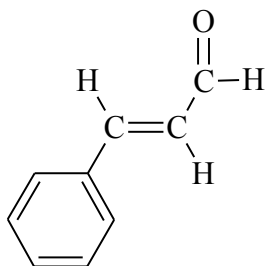
Beberapa bahan alam yang mengandung senyawa aldehida diantaranya minyak buah badam, minyak kayu manis (sinamon), biji vanili, dan sebagainya.

Benzaldehida, yang dikenal dengan minyak buah badam, merupakan komponen dari buah badam. Senyawa ini berupa cairan tak berwarna dengan aroma khas buah badam yang enak.



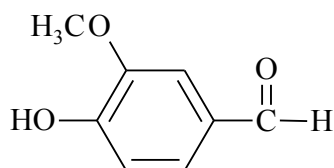
benzaldehida
(minyak kacang badam)

Sinamaldehida memberikan bau yang khas pada minyak kayu manis atau sinamon.



sinamaldehida
(kayu manis)

Vanilin diperoleh dari biji vanili. Senyawa ini menyebabkan rasa vanili yang sangat dikenal masyarakat luas. Dahulu, vanilin hanya diperoleh dari bunga anggrek yang merambat, namun saat ini vanilin umumnya diproduksi secara sintesis.



vanilin
(biji vanili)



Sumber: manfaat.coid
Marker

Aldehida 21. Benzaldehida

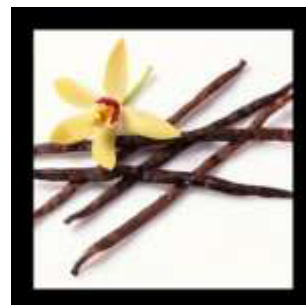
Kacang badam atau lebih dikenal sebagai kacang almond.



Sumber: manfaat.coid
Marker

Aldehida 22. Sinamaldehida

Kayu manis sebagai sumber sinamaldehida.



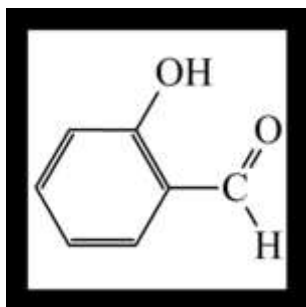
Sumber: food.detik.com
Marker

Aldehida 23. Vanilin

Biji vanili sebagai sumber vanilin.

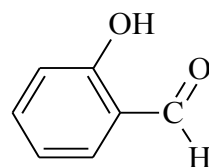
Vanilin sangat menarik karena molekulnya mempunyai beberapa gugus fungsi yang berbeda. Terdapat gugus aldehida dan cincin aromatik yang menjadikannya sebuah aldehida aromatik.

Salisilaldehida juga merupakan senyawa aldehida yang berasal dari sumber alam dan mempunyai bau yang harum.



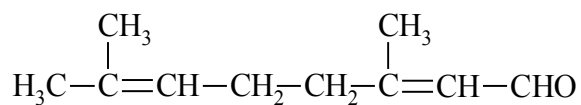
Marker

Aldehida 24. Sasililaldehida



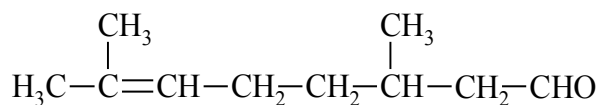
salisilaldehida
(dari rerumputan)

Geranial memiliki aroma khas lemon dari rumput lemon. Senyawa ini biasanya digunakan untuk membuat parfum dan bahan utama dalam sintesis vitamin A.

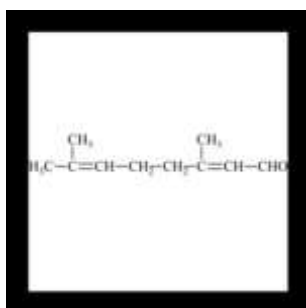


Geranial

Sitronelal memberikan aroma khusus pada lilin sitronela yang biasanya digunakan untuk mengusir nyamuk.



Sitronelal



Marker

Aldehida 25. Geranial

Rangkuman

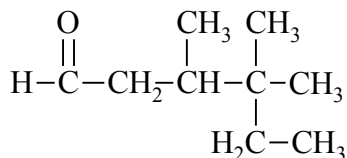
1. Aldehida merupakan suatu senyawa dengan gugus karbonil yang terikat pada ujung molekulnya.
2. Rumus umum aldehida yaitu $RCHO$, sedangkan gugus fungsinya yaitu $-CHO$.
3. Aldehida yang paling sederhana adalah metanal ($H-CHO$) yang lebih dikenal dengan nama formaldehida.
4. Dalam sistem IUPAC, penamaan senyawa aldehida diturunkan dari nama senyawa alkana dengan cara mengganti akhiran $-a$ pada alkana menjadi $-al$.
5. Untuk aldehida siklik atau aldehida yang lebih kompleks dan terikat pada cincin, pemberian namanya dengan menyertakan akhiran $-karbaldehida$.
6. Aldehida mengandung gugus karbonil polar sehingga senyawa ini bersifat polar dengan gaya antar molekul yang lebih kuat daripada hidrokarbon. Namun, aldehida tidak mempunyai ikatan hidrogen yang kuat di antara molekul-molekulnya.
7. Aldehida tidak memiliki ikatan $O-H$, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan ikatan hidrogen antarmolekul.
8. Berdasarkan kelarutannya, aldehida merupakan senyawa yang larut dalam pelarut organik.
9. Metode yang digunakan untuk sintesis aldehida antarlain oksidasi alkohol primer, ozonolisis alkena, oksidasi metil benzena, reduksi asil klorida, oksidasi glikol dengan asam periodat, dan hidrasi terhadap alkuna.
10. Sebagian besar reaksi karbonil melibatkan serangan nukleofilik pada karbon karbonil, dan sering diiringi dengan adisi proton pada oksigen.
11. Reaksi adisi nukleofilik merupakan reaksi yang paling banyak terjadi pada senyawa aldehida.
12. Reaksi Canizzaro adalah reaksi oksidasi-reduksi yang dilakukan oleh aldehida sendiri dengan menghasilkan campuran alkohol dan garam dari asam karboksilatnya.
13. Suatu senyawa aldehida yang mempunyai hidrogen- α jika direaksikan dengan basa kuat akan mengalami reaksi yang dikenal dengan nama kondensasi aldol.
14. Jika reaksi terjadi pada dua senyawa karbonil yang berbeda, salah satunya mengandung hidrogen- α , dan berada dalam suasana basa, maka akan menghasilkan produk yang dikenal dengan nama kondensasi aldol campuran atau kondensasi aldol silang.
15. Aldehida lebih mudah dioksidasi daripada keton. Reaksi oksidasi pada aldehida dapat dilihat pada reaksi oksidasi terhadap alkohol primer. Bila dioksidasi, aldehida akan menghasilkan asam karboksilat ($RCOOH$) atau ion karboksilat ($RCOO^-$).
16. Aldehida dapat direduksi menjadi alkohol primer. Umumnya reaksi ini dilakukan dengan hidrida logam.
17. Suatu senyawa karbonil yang setidaknya memiliki satu hidrogen- α akan mengalami kesetimbangan dalam bentuk keto-enol.

18. Agar terjadi tautomerisasi, suatu senyawa harus mengandung sebuah ikatan rangkap pada atom, biasanya atom oksigen atau nitrogen, bukan hanya atom karbon.
19. Aldehida atau keton akan bereaksi dengan 2,4-dinitrofenilhidrazina membentuk endapan berwarna kuning, orange, atau merah.
20. Jika aldehida direaksikan dengan pereaksi Tollens, maka akan terbentuk asam karboksilat. Pada saat itu ion perak akan direduksi menjadi logam perak. Perak biasanya mengendap seperti cermin pada tabung reaksi.
21. Jika aldehida dioksidasi menjadi asam karboksilat dengan pereaksi Benedict dan Fehling, maka akan diperoleh endapan tembaga oksida (Cu_2O) yang berwarna merah cerah.
22. Aldehida sangat sensitif dengan uji Schiff. Pada uji ini, aldehida bereaksi dengan fuschin-aldehida menghasilkan warna magenta (ungu kemerahan) yang spesifik.
23. Formaldehida merupakan senyawa aldehida yang paling sederhana dengan rumus H-CHO .
24. Asetaldehida adalah senyawa aldehida yang mengandung dua atom karbon, juga disebut sebagai etanal dengan rumus struktur $\text{CH}_3\text{CH} = \text{O}$.
25. Beberapa bahan alam yang mengandung senyawa aldehida diantaranya minyak buah badam, minyak kayu manis (sinamon), biji vanili, dan sebagainya.

LATIHAN 1

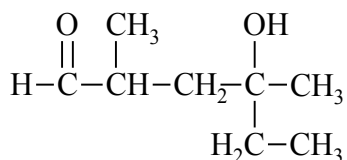
A. Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Nama IUPAC untuk struktur di bawah ini adalah... .



- 4-etil-3,4,4-trimetilbutanal
- 4-etil-3,4-dimetilpentanal
- 3,4,4,5-tetrametilpentanal
- 3,4,4-trimetilheksanal

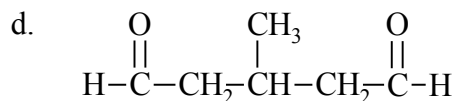
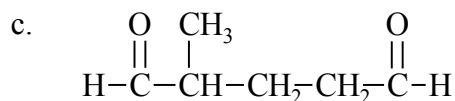
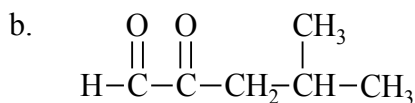
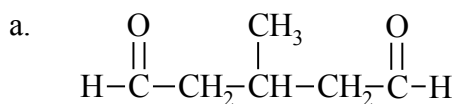
2. Perhatikan struktur berikut!



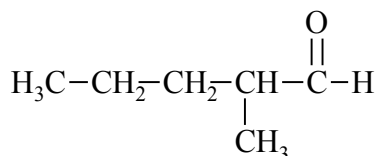
Nama IUPAC struktur tersebut yaitu... .

- 2,4-dimetil-4-hidroksiheksanal
- 4-hidroksi-2,4-dimetilheksanal
- 4-hidroksi-4-etil-2-metilpentanal
- 4-etil-4-hidroksi-2-metilpentanal

3. Rumus struktur untuk senyawa 2-metilpentanal adalah... .

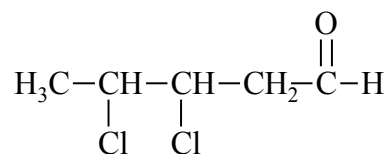


4. Nama trivial untuk senyawa di bawah ini adalah... .



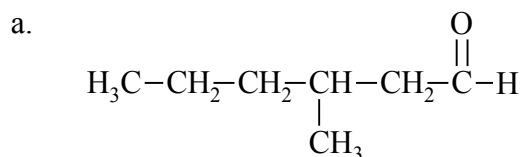
- β -metilbutiraldehida
- β -metilvaleraldehida
- α -metilbutiraldehida
- α -metilvaleraldehida

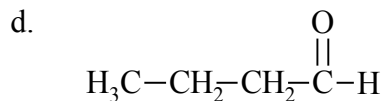
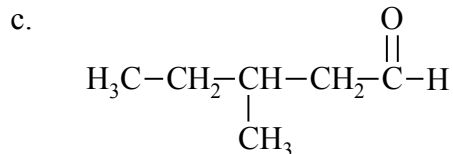
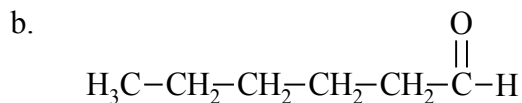
5. Nama untuk senyawa di bawah ini adalah...



- α,β -diklorovaleraldehida
- α,γ -diklorovaleraldehida
- β,γ -diklorovaleraldehida
- β,δ -diklorovaleraldehida

6. Senyawa-senyawa berikut, yang larut baik dalam pelarut organik maupun air yaitu... .





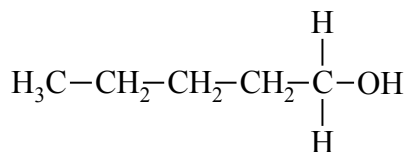
7. Di antara senyawa-senyawa berikut ini, yang memiliki titik didih paling rendah yaitu... .

- CH_3CHO
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$

8. Senyawa berikut ini yang hanya larut dalam pelarut organik yaitu... .

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}_3)\text{CHO}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}_3)_2\text{CHO}$
- $\text{C}_5\text{H}_6\text{CHO}$

9. Jika senyawa berikut ini dioksidasi, maka akan menghasilkan... .



- butanal
- pentanal
- heksanal
- pentanal

10. Kelompok nukleofil bermuatan negatif antara lain... .

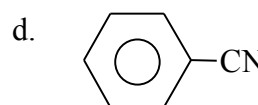
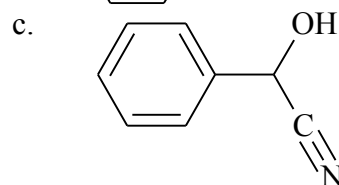
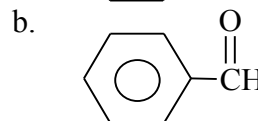
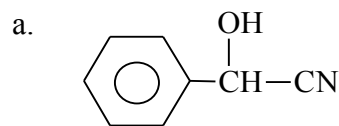
- OH^- , HOH , RO^- , ROH

- HOH , NH_3 , R_3C^- , RO^-
- OH^- , R_3C^- , RO^- , CN^-
- HOH , NH_3 , ROH , CN^-

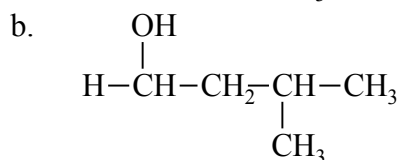
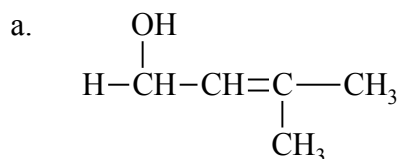
11. Hasil reaksi yang mungkin oleh adisi nukleofilik pada aldehida adalah...

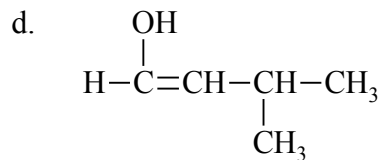
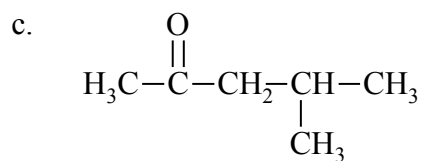
- Intermediet tetrahedral yang dapat diprotonasi dengan basa
- Intermediet tetrahedral yang dapat diprotonasi dengan asam
- Intermediet tetrahedral diprotonasi menghasilkan asam
- Intermediet tetrahedral diprotonasi menghasilkan air

12. Senyawa yang dterdapat pada kelenjar pertahanan lipan yaitu... .



13. Bentuk enol dari senyawa 3-metilbutanal yaitu... .





14. Analisis aldehida akan menghasilkan cermin perak ketika diuji dengan pereaksi... .

- Benedict
- Fehling
- Tollens
- Fuschin-aldehida

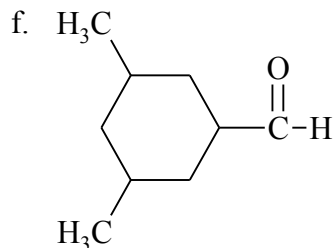
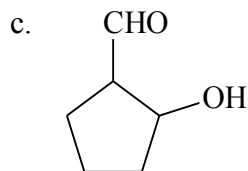
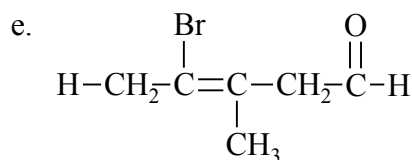
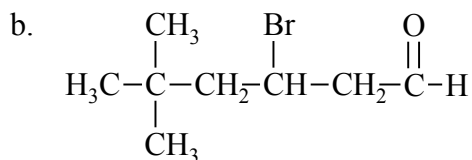
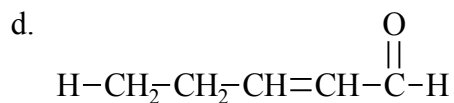
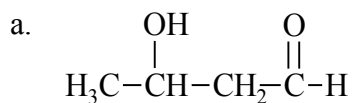
15. Diantara senyawa-senyawa bahan alam berikut, kelompok yang mengandung aldehida antara lain... .

- Almond, kayu manis, vanilin
- Almond, kayu manis, melati
- Kayu manis, vanilin, melati
- Kayu manis, melati, bunga violet



LATIHAN 2

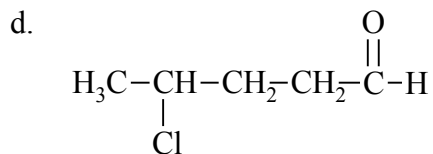
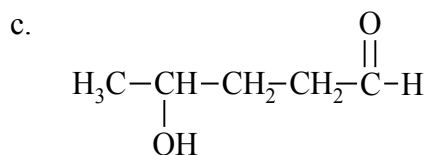
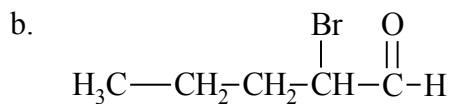
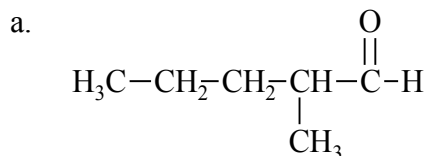
1. Tentukan nama dari setiap senyawa berikut dengan sistem IUPAC.



2. Berdasarkan nama IUPAC, gambarkan rumus struktur untuk masing-masing aldehida berikut.

- 2,3,-dikloropentanal
- 2-bromobutanal
- 2,4-dimetilpentanal
- 4-metilheksanal

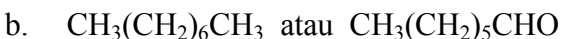
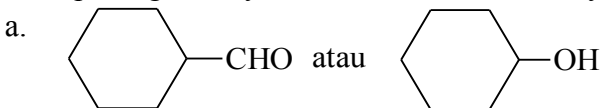
3. Tentukan nama umum untuk senyawa-senyawa di bawah ini.



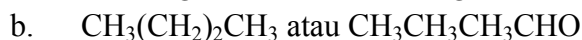
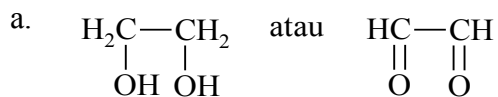
4. Gambarkan struktur dari masing-masing senyawa berikut.

- 3-metilnonanal
- 4-fluoroheksanal

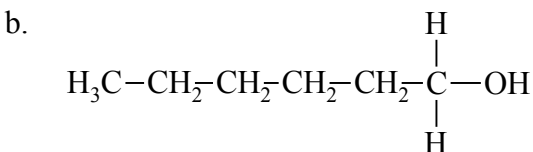
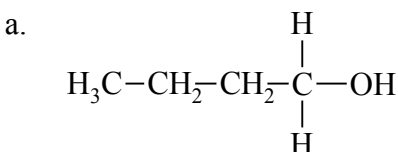
- c. β -bromovaleraldehida
 d. α,β -dimetilbutiraldehida
5. Tentukan nama IUPAC dari senyawa-senyawa berikut.
- a. β -bromobutiraldehida
 b. γ -klorovaleraldehida
 c. α,γ -dimerilvaleraldehida
 d. α -iodopropionaldehida
6. Dari pasangan senyawa berikut, tentukan senyawa yang memiliki titik didih lebih tinggi.



7. Dari pasangan senyawa-senyawa berikut, manakah yang lebih mudah larut dalam air?



8. Tentukan aldehida yang dihasilkan dari senyawa-senyawa berikut.

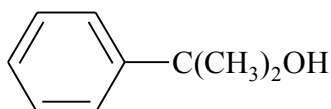


9. Tuliskan reaksi pembuatan pentanal dari bahan baku di bawah ini.

- a. 1-pentanol
 b. 1-heksena

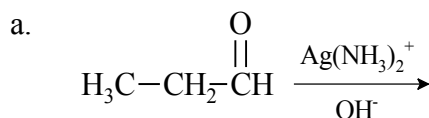
10. Tulislah persamaan untuk reaksi fenilhidrazina dengan propanal. (Lihat tabel 1.3).

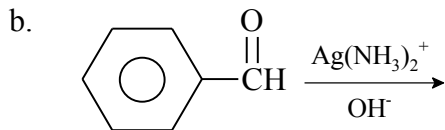
11. Tunjukkan bagaimana alkohol berikut dapat dibuat dari reagen Grignard dan senyawa karbonil.



12. Tentukan langkah-langkah pembentukan senyawa aldol dari senyawa butanal.

13. Tuliskan hasil dari reaksi-reaksi berikut (jika ada).





14. Tuliskan reaksi antara propanal dengan pereaksi Tollens.
15. Gambarkan struktur keto senyawa-senyawa berikut dan tulislah persamaan reaksi kesetimbangan keto-enolnya.
- pentanal
 - heksanal

BAB 2

KETON



- A. Keton
- B. Tata Nama Keton
- C. Sifat Fisik Keton
- D. Sintesis Keton
- E. Gugus Karbonil
- F. Reaksi-reaksi Keton
- G. Tautomerisasi Keton
- H. Analisis Keton
- I. Beberapa Keton yang Sering Dijumpai
- J. Keton di Alam



A. Keton

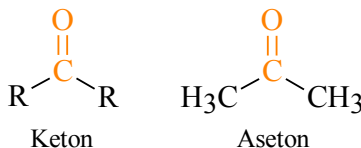


Sumber: www.amazon.co.uk

Marker

Keton 01. Aseton

Keton merupakan suatu senyawa organik yang mempunyai sebuah gugus karbonil terikat pada dua buah gugus alkil, dua gugus aril, atau sebuah gugus alkil dan sebuah gugus aril. Berbeda dengan aldehida, keton **tidak** mempunyai atom hidrogen yang terikat pada gugus karbonil. Keton mempunyai rumus umum $RC(O)R$.

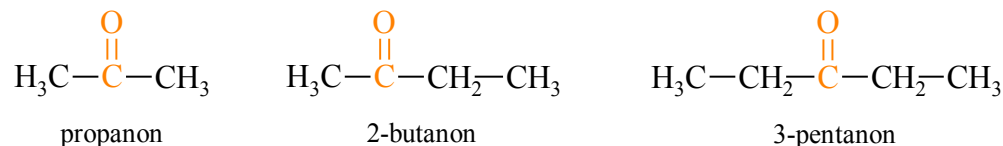


Aseton merupakan senyawa keton yang paling sederhana. Keton merupakan salah satu senyawa organik yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam kosmetik, makanan, maupun pembersih. Senyawa keton juga bisa ditemukan secara alamiah.

B. Tata Nama Keton

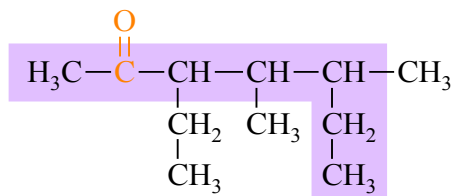
1. Nama IUPAC

Dalam sistem IUPAC, penamaan senyawa keton diturunkan dari nama senyawa alkana dengan cara mengganti akhiran *-a* pada alkana menjadi *-on*.



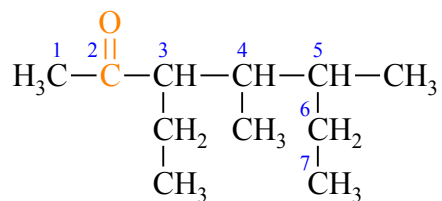
Untuk keton tersubstitusi atau yang mempunyai isomer, pemberian nama senyawanya adalah sebagai berikut:

1. Rantai pokok atau rantai induk adalah rantai terpanjang yang mengandung gugus fungsi.



2. Pemberian nomor dimulai dari atom karbon paling ujung pada rantai induk yang dapat membuat atom karbon gugus karbonil mempunyai nomor serendah mungkin.

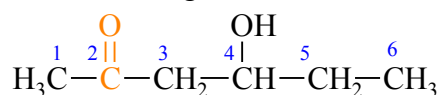
4. Letak gugus fungsi dinyatakan dengan nomor.



3-etil-4,5-dimetil-2-heptanon

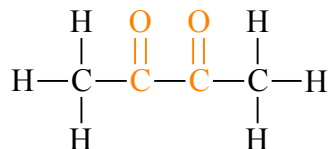
Gugus fungsi terletak pada atom karbon nomor 2

5. Jika terdapat gugus selain keton, misalnya gugus hidroksil (-OH), maka gugus karbonil pada keton tetap menjadi prioritas pertama. Penomoran dilakukan sedemikian rupa sehingga atom karbon gugus karbonil mempunyai nomor serendah mungkin.



4-hidroksi-2-heksanon

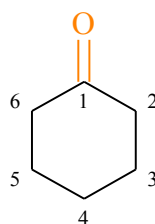
6. Jika terdapat dua gugus keton dalam satu rantai induk, molekul itu disebut **-dion**.



Butanadion

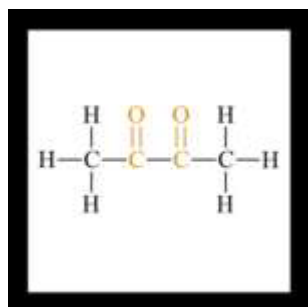
Untuk keton siklik atau keton yang lebih kompleks dan terikat pada cincin, pemberian namanya yaitu dengan cara:

1. Penomoran gugus siklik dimulai dari gugus fungsi keton.
2. Posisi gugus fungsi keton selalu berada pada atom karbon nomor 1, sehingga dalam penamaan senyawa keton tidak perlu menuliskan posisi gugus fungsi keton. Penamaan senyawa keton diturunkan dari alkana, yaitu dengan cara mengganti akhiran *-a* pada alkana menjadi *-on*.



sikloheksanon

3. Jika terdapat cabang yang terikat pada atom karbon lain dalam cincin, maka penamaan senyawa keton dimulai dengan menuliskan posisi cabang, diikuti nama cabang, kemudian nama cincin.



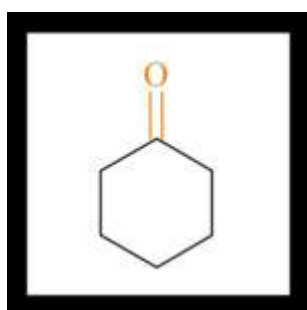
Marker

Keton 02. Butanadion



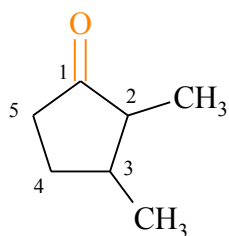
Sumber: www.merdeka.com

Butanadion menjadi sumber aroma pada mentega.

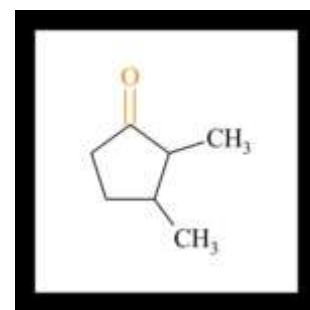


Marker

Keton 03. Sikloheksanon



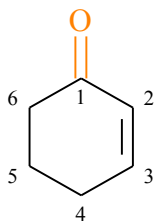
2,3-dimetilsiklopentanon



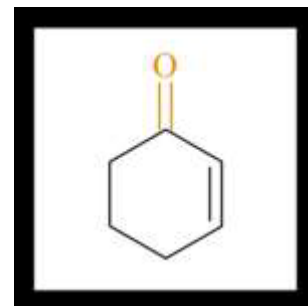
Marker

Keton 04. 2,3-Dimetilsikloheksanon

4. Jika pada gugus siklik terdapat ikatan rangkap, maka penamaan senyawa keton diawali dengan menyebutkan posisi ikatan rangkap diikuti nama gugus siklik.



2-sikloheksenon

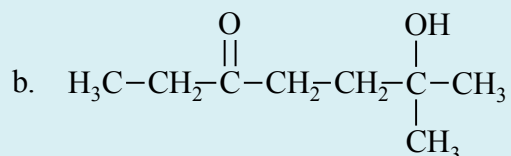
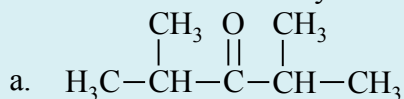


Marker

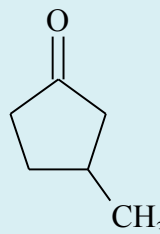
Keton 05. Sikloheksenon

Soal 2.1

1. Tentukan nama dari senyawa-senyawa keton berikut berdasarkan sistem IUPAC.



c.



2. Gambarkan rumus struktur senyawa-senyawa berikut.

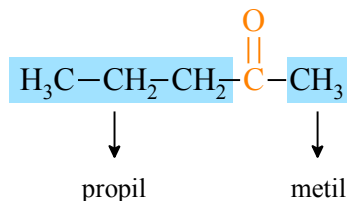
- 3-bromo-2-pentanon
- 3-metilsikloheksanon
- 2-siklopentenon

2. Nama Trivial

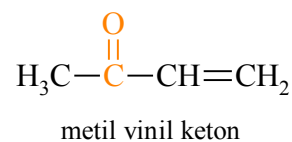
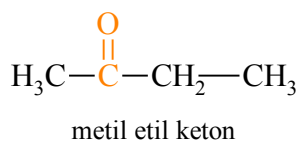
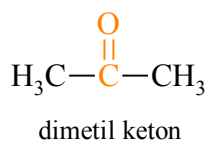
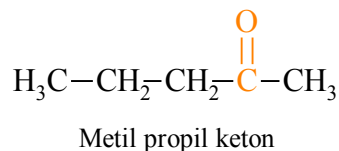
Langkah-langkah pemberian nama trivial atau nama umum untuk senyawa keton:

- Identifikasi gugus alkil yang terikat pada karbon karbonil (-CO).

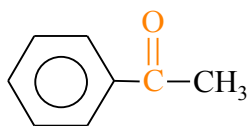




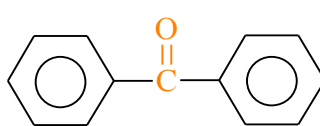
2. Pemberian nama dimulai dengan menuliskan gugus alkil yang terikat pada atom karbon gugus karbonil sesuai abjad, kemudian diikuti kata *-keton*.



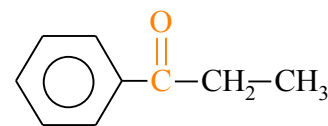
Untuk senyawa keton yang terikat pada gugus $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{O})\text{R}$, penamaannya yaitu dengan menyertakan kata *-fenon* pada akhir nama senyawa keton.



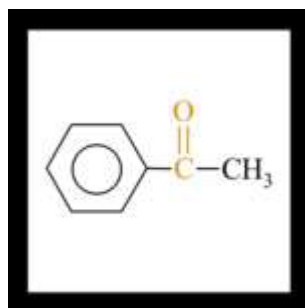
asetofenon
(fenil metil keton)



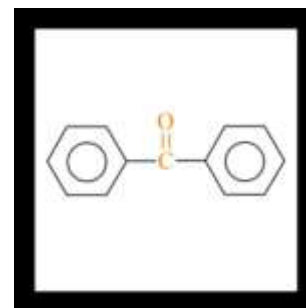
benzofenon
(difenil keton)



propiofenon
(etil fenil keton)



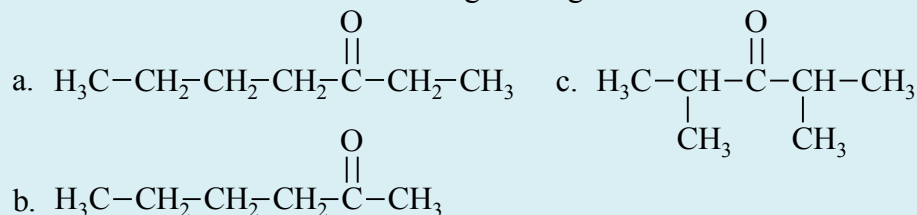
Marker
Keton 06. Asetofenon



Marker
Keton 07. Benzofenon

Soal 2.2

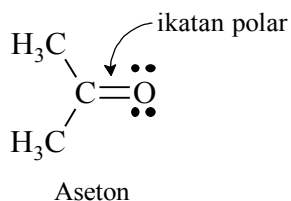
1. Tentukan nama umum untuk masing-masing keton berikut.



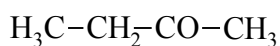
C. Sifat-sifat Fisik Keton

Seperti halnya aldehida, keton juga mengandung ikatan karbonil polar. Adanya gugus karbonil menyebabkan senyawa ini bersifat polar. Pada umumnya, keton mempunyai titik didih yang lebih tinggi daripada alkana karena keton lebih polar dan gaya tarik dipol-dipol antara molekul-molekulnya besar. Namun, titik didih keton lebih rendah daripada alkohol karena dua gugus karbonil tidak dapat mengadakan ikatan hidrogen.

Titik didih keton lebih tinggi daripada hidrokarbon, tetapi lebih rendah daripada alkohol untuk Mr yang sebanding.



Pentana
td 36°C



2-Butanon
td 80°C



1-Butanol
td 118°C

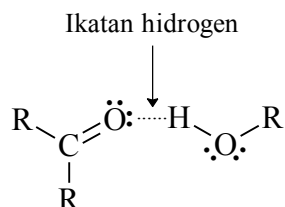


Semakin besar gaya antar molekul maka titik didihnya semakin tinggi

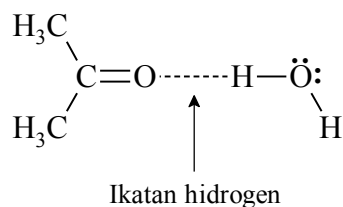
Tabel 2.1 Titik Didih Beberapa Senyawa Keton			
Rumus	Nama IUPAC	Nama Trivial	Titik Didih (°C)
	Propanon	Aseton	56
	2-butanon	Metil etil keton	80
	3-pentanon	Dietil keton	101
	Sikloheksanon	-	156
	-	Asetofenon	202

Meskipun keton murni tidak dapat membentuk ikatan hidrogen antarmolekulnya, namun senyawa ini dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul lain. Atom oksigen dalam gugus karbonil keton dapat

mengikat molekul lain sehingga terbentuk ikatan hidrogen. Contoh molekul yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan keton yaitu air dan alkohol.



Keton larut dalam pelarut organik, karena keton mempunyai sebuah atom oksigen dengan pasangan elektron bebas, sehingga dapat mengalami ikatan hidrogen dengan molekul air.

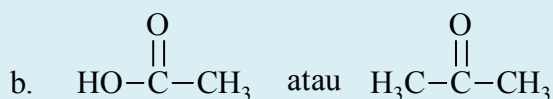
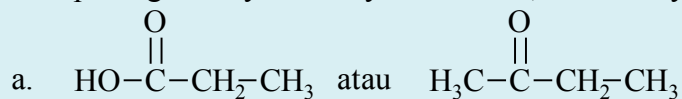


Semakin panjang rantai karbon, kelarutan dalam air semakin menurun. Bila jumlah rantai karbon melebihi lima atau enam, maka kelarutan keton dalam air semakin rendah. Semua senyawa keton berwujud cair atau padat pada suhu kamar.

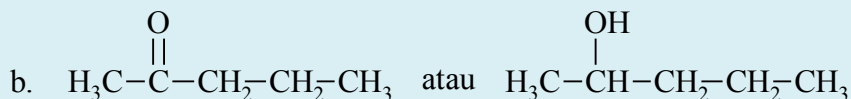
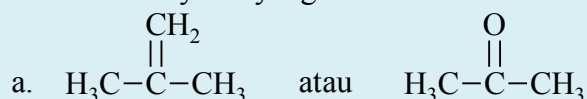
Aseton (propanon) merupakan senyawa keton yang paling sederhana dan merupakan anggota keton deret rendah. Senyawa ini bersifat larut di air dalam segala perbandingan.

Soal 2.3

1. Dari pasangan senyawa-senyawa berikut, manakah yang memiliki titik didih lebih tinggi?



2. Manakah senyawa yang lebih mudah larut dalam air?

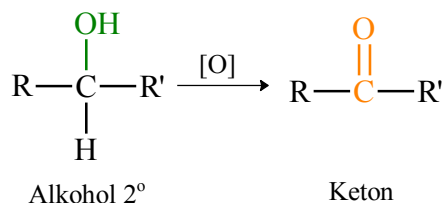


D. Sintesis Keton

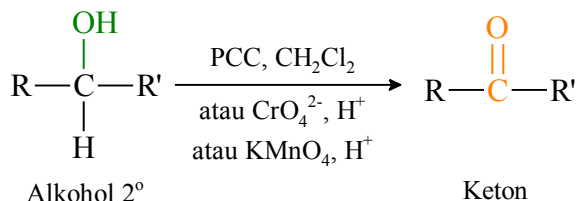
Metode untuk pembuatan keton di antaranya oksidasi alkohol sekunder, ozonolisis alkena, asilasi Friedel-Crafts, hidrasi alkuna, dan pembuatan keton dari nitril.

1. Oksidasi Alkohol Sekunder

Oksidasi alkohol sekunder merupakan cara yang umum untuk pembuatan keton. Oksidator digunakan antara lain kromium oksida (CrO_3), piridinium klorokromat (PCC), natrium bikromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), dan kalium permanganat (KMnO_4).



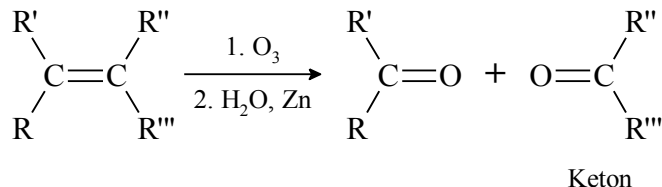
PCC juga mengoksidasi alkohol sekunder menjadi keton.



Ikatan-ikatan karbon tidak diputus pada reaksi oksidasi ini. Reaksi oksidasi berhenti ketika telah dihasilkan senyawa keton.

2. Ozonolisis Alkena

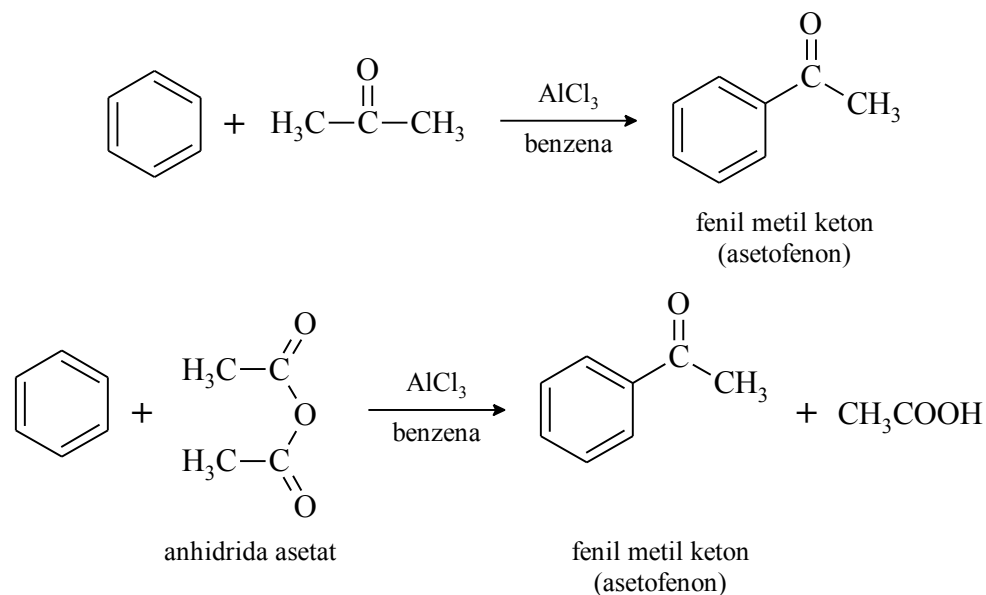
Ozon digunakan untuk memutus ikatan rangkap dua karbon-karbon. Jika suatu atom karbon pada ikatan rangkap dua terikat ke gugus alkil dan atau gugus aril atau kedua-duanya, maka atom karbon itu akan diubah menjadi keton.



3. Asilasi Friedel-Crafts

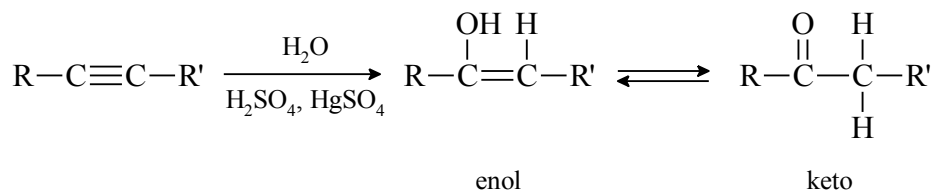
Jika gugus keton mengandung benzena atau senyawa aromatik lain, maka cara yang efektif untuk memasukkan gugus asil ke dalam inti benzena atau senyawa yang lain yaitu dengan reaksi asilasi Friedel-Crafts. Selain itu, reaksi

ini juga dapat dilakukan menggunakan anhidrida asam karboksilat. Produk yang dihasilkan berupa aril keton.

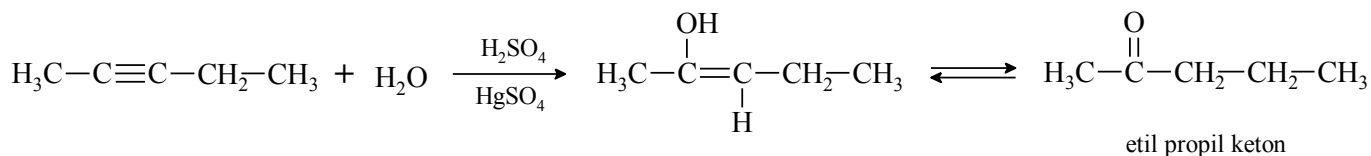


4. Hidrasi Alkuna

Hidrasi terhadap alkuna akan menghasilkan keton. Katalisator yang biasa digunakan yaitu H_2SO_4 atau HgSO_4 . Hasil dari reaksi ini berupa keseimbangan keto-enol.

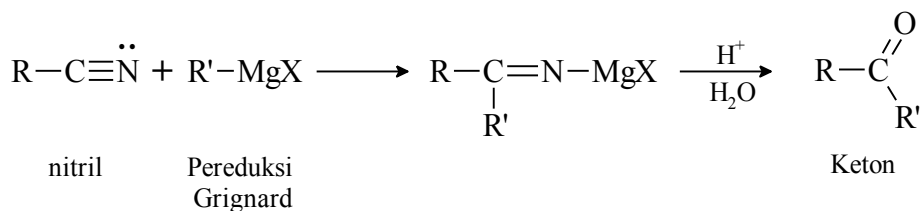


Contoh reaksi hidrasi alkuna pada 2-pentanon:



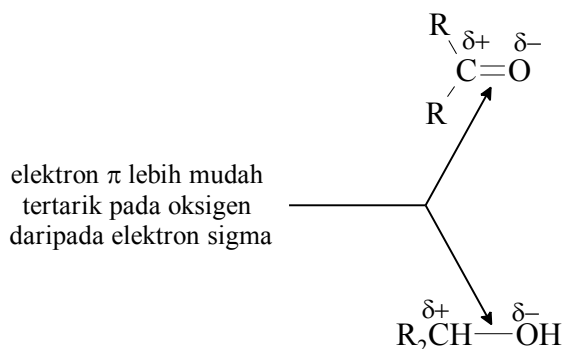
5. Pembuatan Keton dari Nitril

Nitril dapat bereaksi dengan organomagnesium menghasilkan keton. Mekanisme reaksi yang terjadi yaitu:

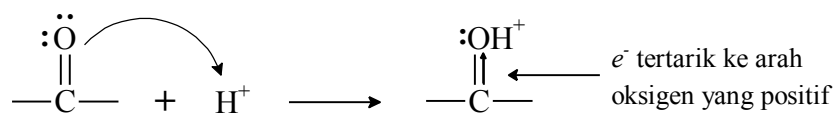


Organomagnesium merupakan senyawa dengan rumus struktur RMgX atau ArMgX , disebut juga sebagai reagen Grignard.

rangkap karbon-oksigen dalam gugus karbonil (mengandung ikatan sigma dan ikatan π) elektronnya lebih polar daripada **ikatan tunggal** karbon oksigen dalam alkohol. Elektron π yang berasal dari ikatan π karbonil, letaknya lebih jauh dari inti sehingga ikatannya lebih lemah dan lebih mudah dipolarisasikan.



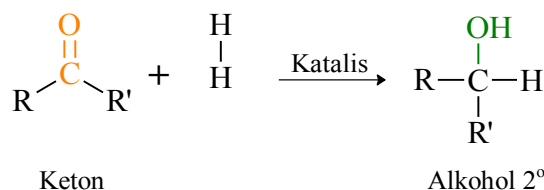
Atom oksigen pada gugus karbonil mempunyai sepasang elektron valensi yang dapat bereaksi dengan sebuah proton untuk menambah muatan positif dari karbon karbonil (C). Penambahan proton ini sangat berperan penting dalam berbagai reaksi yang terjadi pada gugus karbonil.



F. Reaksi-reaksi Keton

1. Reaksi Adisi Nukleofilik

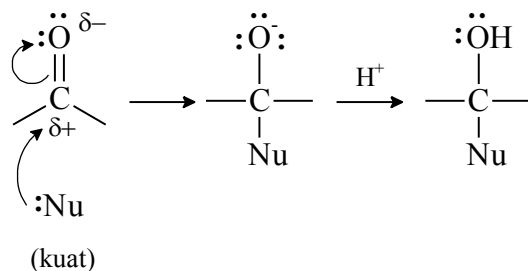
Pada senyawa karbonil dapat terjadi reaksi hidrogenasi yang menyebabkan keton direduksi menjadi alkohol sekunder. Reaksi umum yang terjadi yaitu:



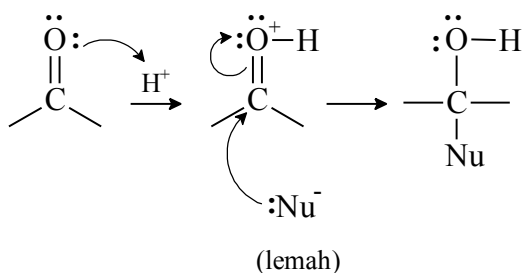
Selain pada senyawa aldehida, reaksi adisi nukleofilik juga banyak terjadi pada senyawa keton. Serangan nukleofil pada atom karbon dari ikatan rangkap karbon-oksigen terjadi karena karbon mempunyai muatan positif parsial. Adisi nukleofilik (H-Nu) mengarah pada ikatan rangkap dua karbon-oksigen.

Gugus karbonil bersifat polar, gugus ini dapat dimasuki suatu nukleofil pada karbon karbonil dan suatu elektrofil pada oksigen karbonil.

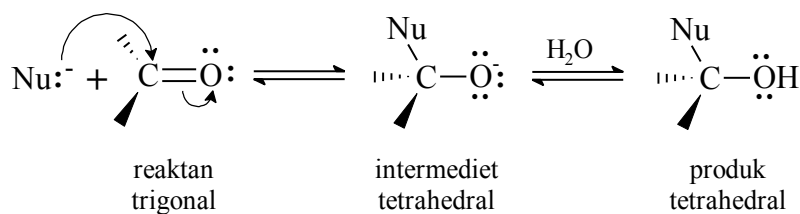
Reaksi Adisi dengan Nukleofil Kuat:



Reaksi Adisi dengan Elektrofil (H^+) dilanjutkan Reaksi dengan suatu Nukleofil Lemah:



Pada reaksi ini, karbon karbonil pada aldehida dan keton yang awalnya berbentuk **trigonal** dan terhibridisasi sp^2 berubah menjadi **tetrahedral** dan terhibridisasi sp^3 pada produk reaksinya.

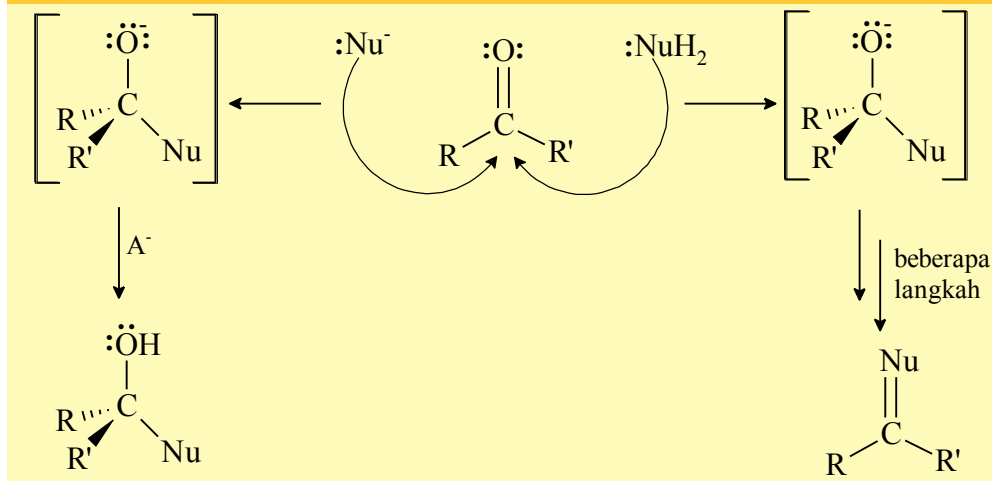


Suatu nukleofilik dapat bermuatan negatif ($Nu:^-$) atau netral ($:Nu-H$). Jika tidak bermuatan atau netral, biasanya mempunyai atom hidrogen dan dapat terjadi reaksi eliminasi. Nukleofil yang bermuatan listrik negatif biasanya lebih reaktif dari nukleofil yang netral.

Adisi nukleofilik pada keton juga terdapat dua kemungkinan hasil reaksi:

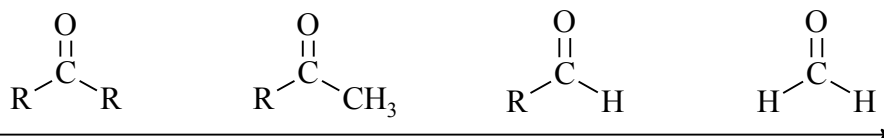
3. Intermediet tetrahedral yang dapat diprotonasi dengan asam atau air menghasilkan alkohol
4. Atom oksigen karbonil dapat dieliminasi sebagai OH atau H_2O menghasilkan ikatan rangkap $C=Nu$.

Mekanisme Reaksi Adisi Nukleofilik pada Keton



Namun, keton kurang reaktif terhadap nukleofilik jika dibandingkan aldehida. Terdapat dua alasan utama yang menyebabkan perbedaan reaktivitas aldehida dan keton. Alasan pertama yaitu hambatan *sterik*.

Atom karbon karbonil pada keton lebih tertutup atau sesak karena adanya dua gugus organik, sedangkan pada aldehida lebih terbuka karena terdapat satu gugus organik dan satu atom hidrogen. Pada saat terjadi reaksi adisi nukleofilik, kedua gugus pada aldehida (satu gugus organik dan satu atom hidrogen) maupun keton (dua gugus organik) didekatkan karena adanya perubahan hibridisasi; dari sp^2 menjadi sp^3 dan sudut ikatan menurun dari 120° menjadi $109,5^\circ$. Dalam keadaan teregang (*strain*), waktu yang digunakan untuk reaksi adisi pada aldehida lebih sedikit dibandingkan keton karena salah satu gugus pada aldehida, atom H, berukuran kecil.



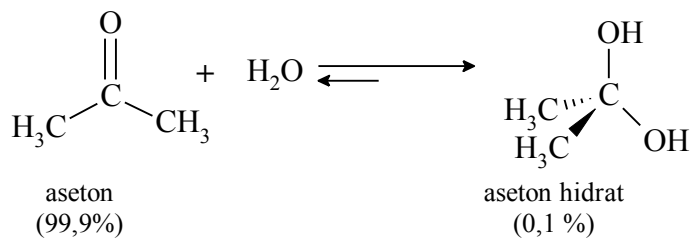
Semakin ke kanan, hambatan sterik semakin berkurang di sekitar C=O, reaktivitas untuk reaksi adisi semakin bertambah.

Alasan kedua yaitu *elektronik*. Gugus alkil biasanya bersifat pendonor elektron dibandingkan hidrogen. Sehingga gugus alkil cenderung lebih menetralkan muatan positif parsial pada karbon karbonil, kemudian menurunkan reaktivitasnya terhadap nukleofil. Keton mempunyai dua gugus alkil, sedangkan aldehida hanya mempunyai satu gugus alkil.

a. Adisi Hidrasi

Keton mengalami reaksi hidrasi yang akan membentuk hidrat $RC(O)R \cdot H_2O$ atau $RC(OH)_2R$. Hidrat ini merupakan geminal diol. Reaksi yang terjadi bersifat reversibel, dan gem-diol dapat mengeluarkan amolekul air menjadi

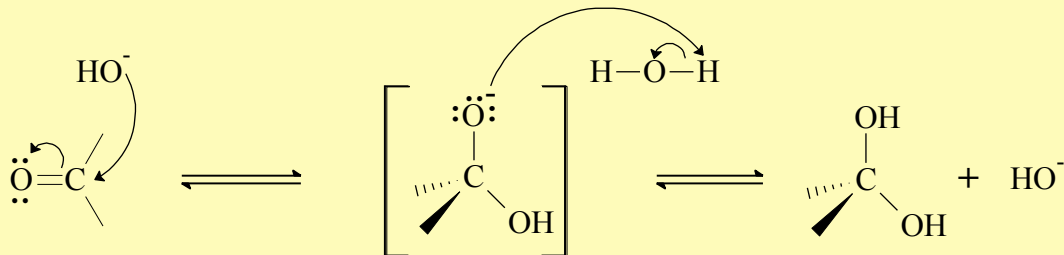
keton atau aldeida. Jika gem-diol banyak disukai pada aldeida yang sederhana, maka berbeda dengan keton yang hanya mengandung sedikit gem-diol. Contohnya, larutan aseton mengandung 0,1% gem-diol dan 99,9% keton.



Adisi nukleofilik air pada keton dan aldeida dapat dikatalisis dengan asam maupun basa. Asam dan basa tidak dapat mengubah posisi kesetimbangan reaksi, tetapi hanya mempengaruhi kecepatan terjadinya reaksi hidrasi.

Mekanisme Reaksi Adisi Nukleofilik

a. Hidrasi dengan katalis basa

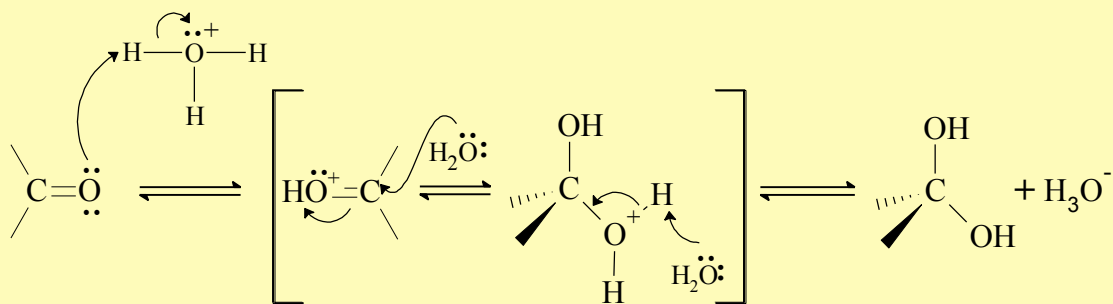


Ion hidroksida menyerang gugus karbonil aldehida/ keton menghasilkan intermediet ionalkoksida

Ion alkoksida

Ion alkoksida basa menarik proton H^+ dari air, menghasilkan gem-diol dan membebaskan OH^-

b. Hidrasi dengan katalis asam



Katalis asam memprotonasi atom oksigen karbonil, membuat keton/aldehida menjadi nukleofil yang lebih baik

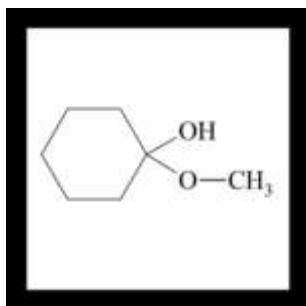
Adisi nukleofilik netral (air) menghasilkan gem-diol terprotonasi

Pelepasan proton menghasilkan gem-diol dan katalis asam

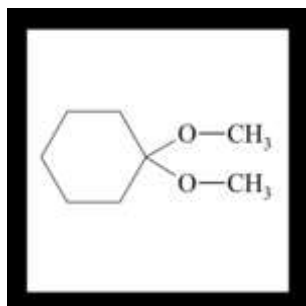
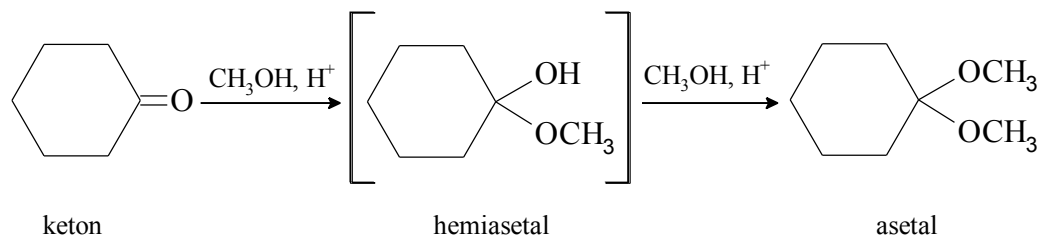
Pada reaksi dengan katalis basa, air diubah terlebih dahulu menjadi ion alkoksida, sehingga reaksi dapat berlangsung. Ion alkoksida ini merupakan **donor nukleofil** yang baik. Sedangkan pada reaksi dengan katalis asam, reaksi dapat berlangsung karena senyawa karbonil diprotonasi menjadi aseptor elektrofil yang lebih baik.

b. Adisi Alkohol

Apabila senyawa keton atau aldehida direaksikan dengan alkohol, maka akan menghasilkan produk yang disebut **asetal**, $R_2(COR')_2$ yang dahulu lebih dikenal dengan nama *ketal*. Alkohol merupakan basa lemah, sehingga diperlukan asam sebagai katalis. Dengan adanya asam, reaktivitas gugus karbonil akan meningkat sehingga adisi alkohol dapat terjadi dengan cepat.

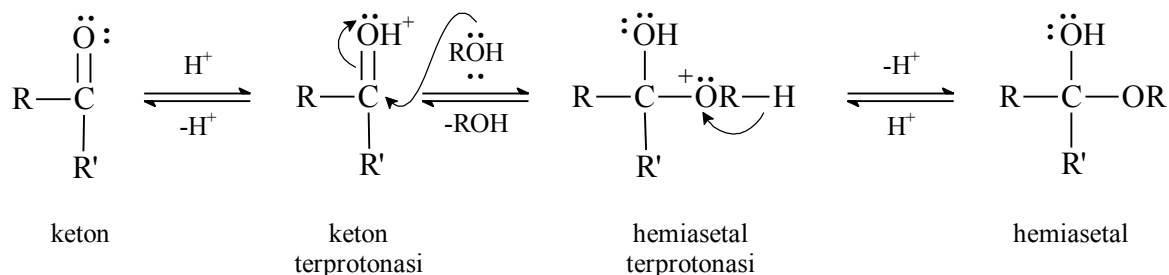


Marker
Keton 08. Sikloheksanon dalam bentuk hemiasetal

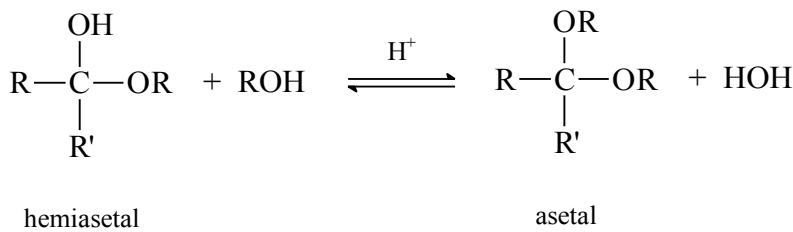


Marker
Keton 09. Sikloheksanon dalam bentuk asetal

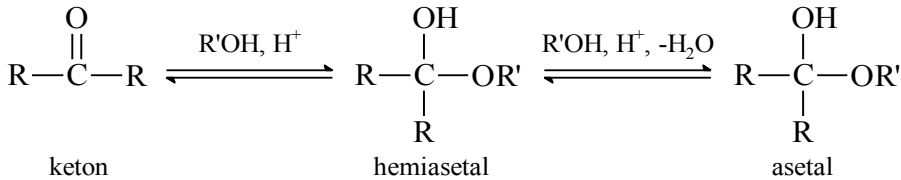
Pertama-tama, reaksi adisi alkohol pada gugus karbonil akan menghasilkan **hemiasetal** (*halfasetal*), yang mengandung gugus fungsi alkohol dan eter pada atom karbon yang sama. Reaksi ini bersifat reversibel. Mekanisme pembentukan hemiasetal melibatkan tiga langkah. Mula-mula, oksigen gugus karbonil diprotonasi oleh katalis asam. Kemudian, oksigen pada gugus alkohol menyerang karbon pada gugus karbonil, lalu proton dilepaskan dari oksigen positif yang dihasilkan.



Langkah selanjutnya, hemiasetal akan bereaksi dengan alkohol menghasilkan asetal. Suatu asetal mempunyai dua gugus fungsi eter pada atom karbon yang sama.

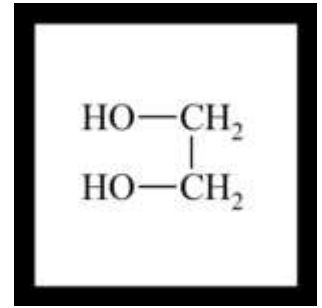
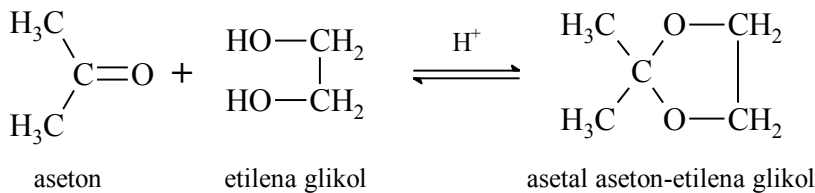


Reaksi umum pembuatan hemiasetal dan asetal pada keton:

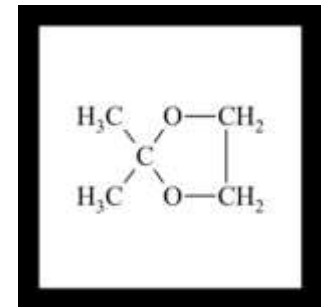


Asetal sangat bermanfaat karena kehadirannya bisa digunakan sebagai pelindung gugus aldehida atau keton dalam reaksi sintesis senyawa organik.

Keton dapat menghasilkan asetal siklik jika alkohol diganti glikol.



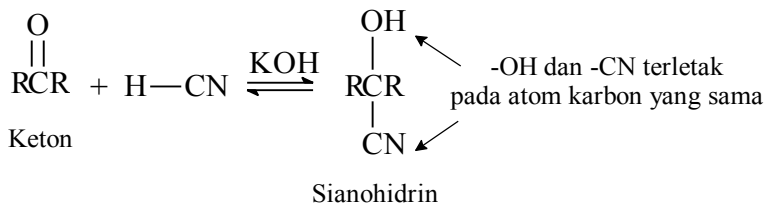
Marker
Keton 10. Etilena glikol



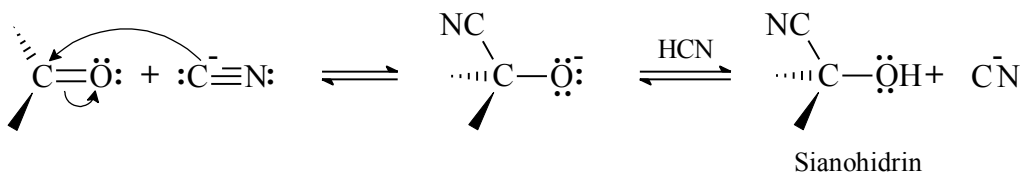
Marker
Keton 11. Asetal aseton-Etilena glikol

c. Adisi Hidrogen Sianida

Keton mengalami reaksi adisi dengan hidrogen sianida menghasilkan **sianohidrin**, yaitu suatu senyawa dengan gugus hidroksil dan gugus siano yang melekat pada atom karbon yang sama. Reaksi ini berlangsung dengan katalis basa.



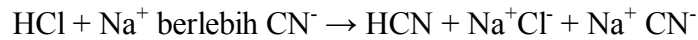
Hidrogen sianida tidak mempunyai pasangan elektron bebas pada atom karbonnya, sehingga tidak dapat berfungsi sebagai karbon nukleofil. Basa mengkonversi sebagian dari hidrogen sianida menjadi ion sianida, yang kemudian bertindak sebagai karbon nukleofil.



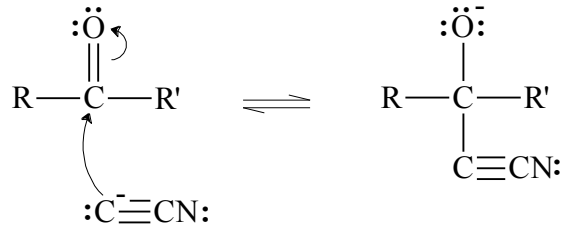
Tahap pembuatan sianohidrin pada keton sama seperti pembuatan sianohidrin pada aldehida.

Tahap 1, Pembentukan HCN:

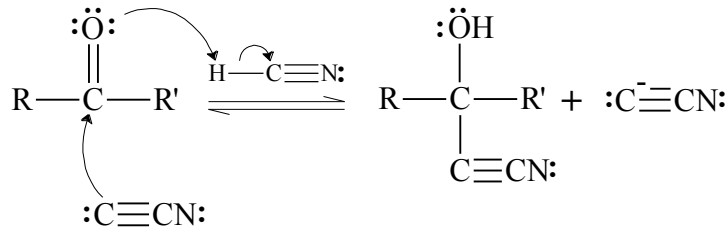
Diperlukan sedikit sianida bebas untuk reaksi



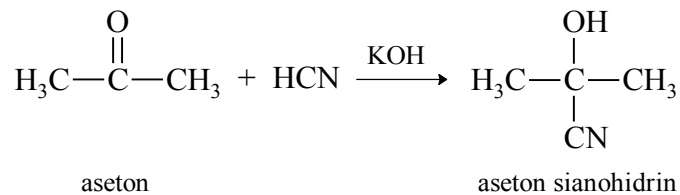
Tahap 2, Adisi ion sianida:



Tahap 3, Pembentukan sianohidrin:



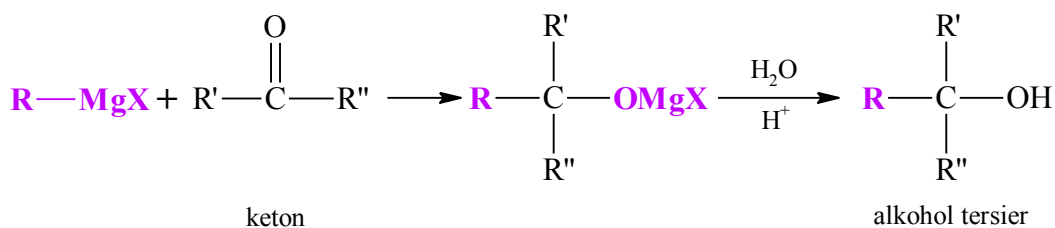
Contoh pembuatan sianohidrin pada aseton:



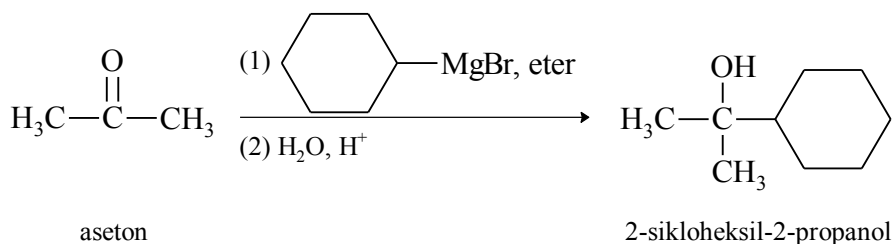
d. Adisi dari Reagen Grignard

Adisi pereaksi Grignard dengan senyawa aldehida atau keton akan menghasilkan alkohol. Reaksinya terdiri dari dua langkah. Langkah pertama, pereaksi Grignard mengadisi senyawa karbonil dan akan menghasilkan alkoksida. Langkah kedua, alkoksida dihidrolisis dalam suasana asam, menghasilkan alkohol.

Senyawa keton yang direaksikan dengan pereagen Grignard akan menghasilkan alkohol tersier.

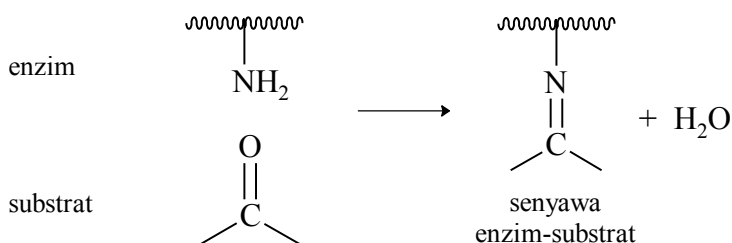


Reaksi aseton dengan reagen Grignard:



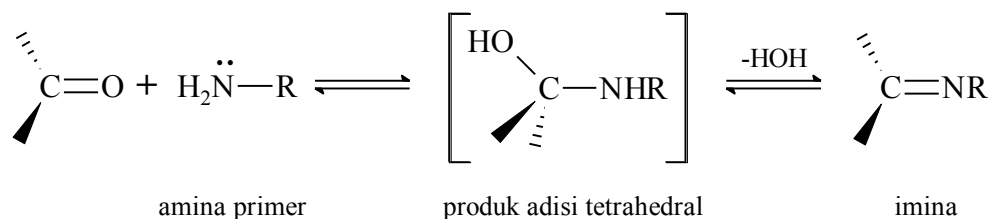
e. Adisi Nukleofilik Nitrogen

Imina merupakan zat antara yang penting dalam beberapa reaksi biokimia, terutama dalam pengikatan senyawa karbonil dengan gugus amino bebas yang terdapat dalam kebanyakan enzim.



Imina dihasilkan dari adisi nukleofilik amina primer dengan aldehida atau keton. Sedangkan reaksi adisi nukleofilik amina sekunder dengan aldehida atau keton akan menghasilkan enamina.

Reaksi amina primer dengan senyawa karbonil:



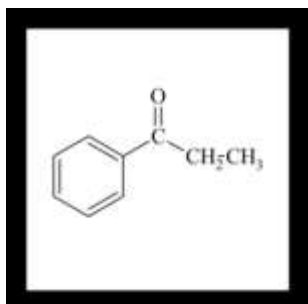
Turunan amonia lain yang mengandung gugus $-\text{NH}_2$ juga dapat bereaksi dengan senyawa karbonil seperti halnya amina primer dan amina sekunder.

Tabel berikut menunjukkan beberapa contoh turunan senyawa nitrogen dari senyawa karbonil.

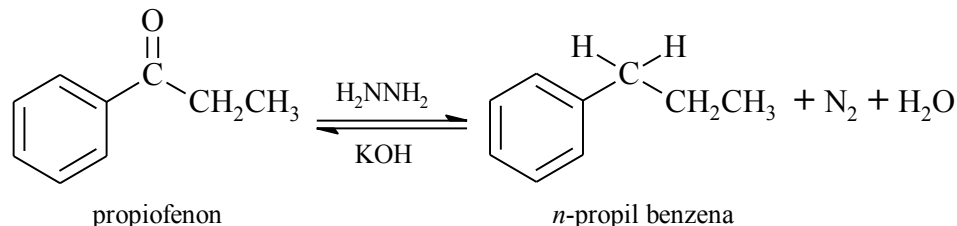
Tabel 2.1 Turunan Nitrogen dari Senyawa Karbonil			
Rumus Turunan Amonia	Nama	Rumus Turunan Karbonil	Nama
RNH_2 atau ArNH_2	amina primer	$\text{C}=\text{NR}$ atau $\text{C}=\text{NAr}$	imina
NH_2OH	hidroksilamina	$\text{C}=\text{NOH}$	oksim
NH_2NH_2	hidrazina	$\text{C}=\text{NNH}_2$	hidrazon
$\text{NH}_2\text{NHC}_6\text{H}_5$	fenilhidrazina	$\text{C}=\text{NNHC}_6\text{H}_5$	fenilhidrazon

f. Adisi Nukleofilik Hidrazina (Reaksi Wolff-Kishner)

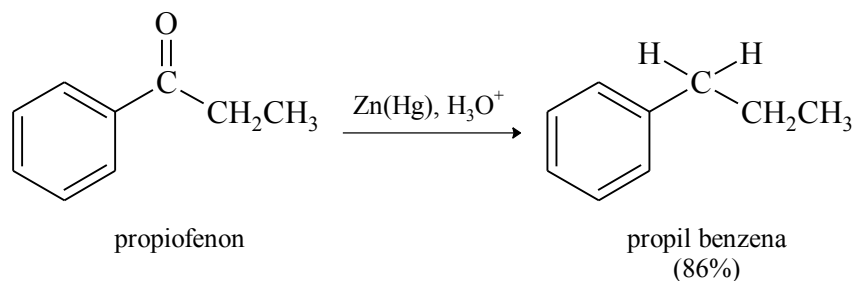
Metode *Wolff-Kishner* juga dapat digunakan untuk senyawa aril keton. Selain menggunakan metode *Wolff-Kishner* untuk mengunyah gugus aldehida atau keton menjadi suatu alkana, juga dapat digunakan reaksi reduksi dengan metode *Clemmensen*. Namun metode *Wolff-Kishner* lebih umum digunakan karena metode ini dapat diterapkan untuk senyawa alkil maupun aril keton.



Marker
Keton 12. Propiofenon



Reaksi reduksi Clemmensen yang mereaksikan senyawa karbonil $\text{Zn}(\text{Hg})$ (seng amalgam) dan HCl pekat bersifat kompleks.



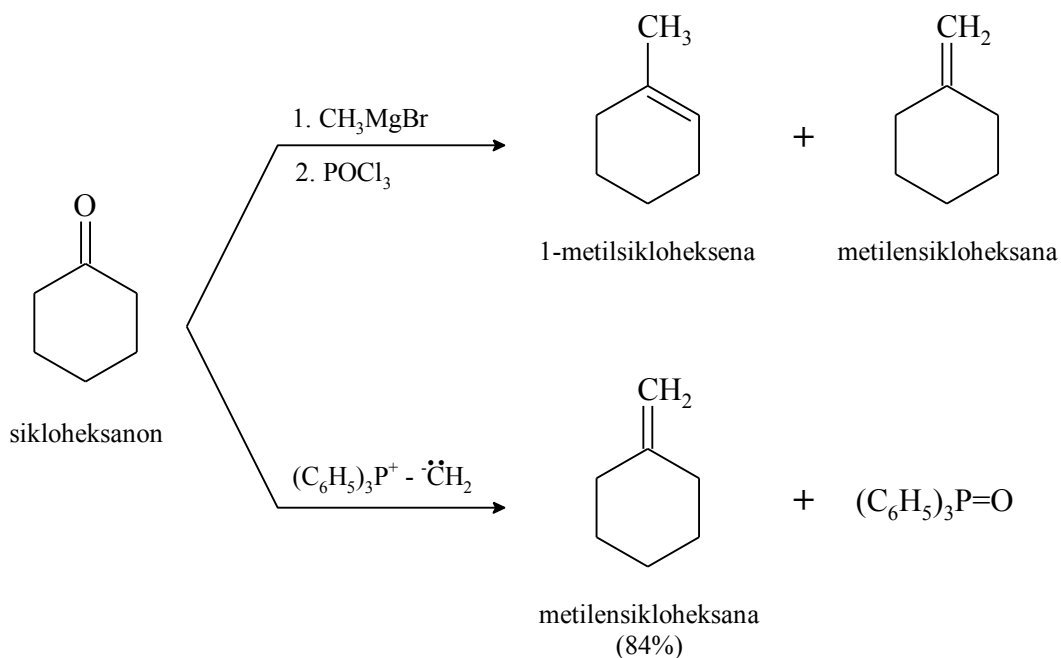
g. Adisi Ylide Fosforus (Reaksi Wittig)

Reaksi Wittig adalah metode pembuatan ikatan karbon-karbon dngan cara mengubah suatu ikatan rangkap dua karbon-oksigen menjadi suatu ikatan rangkap dua karbon-karbon (alkena) dngan pereaksi Wittig, yaitu senyawa

yang mengandung fosfor disebut ylide fosforus (fosforan). Rumus senyawa ylide fosforus yaitu $R_2C=P^+(C_6H_5)_3$. Keton dapat diubah menjadi alkena melalui reaksi ini.

Reaksi Wittig sangat umum digunakan untuk menghasilkan alkena. Alkena dengan **mono**, **di**, dan **tri**-substitusi dapat dibuat dari kombinasi senyawa organik-fosfor yang sesuai dengan senyawa aldehida atau keton. Alkena **tetra**-substitusi tidak dapat dibuat karena adanya faktor sterik.

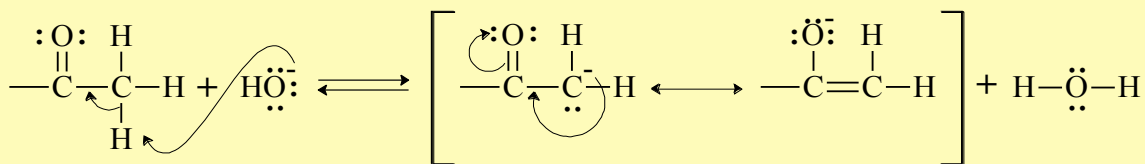
Reaksi Wittig sangat bermanfaat untuk membuat senyawa alkena murni, karena jika menggunakan pereaksi lain hasilnya dapat berupa campuran. Contohnya yaitu reaksi antara sikloheksanon dengan metilentrifenilfosforan hanya akan menghasilkan satu produk metilensikloheksana, sedangkan jika direaksikan dengan metil magnesium bromida dan $POCl_3$ akan menghasilkan produk campuran.



2. Reaksi Haloform

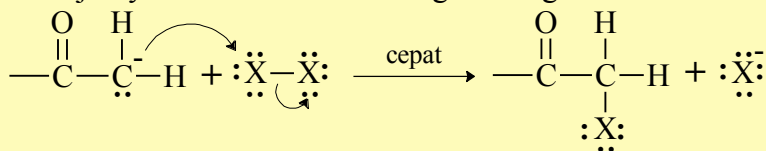
Senyawa keton yang memiliki gugus metil keton, dapat mengalami halogenasi dalam suasana basa. Gugus metil keton memiliki tiga proton- α yang akan mengalami halogenasi sebanyak tiga kali, menghasilkan trihalo metil keton. Trihalo metil keton jika bereaksi dengan basa atau ion hidroksida akan menghasilkan asam karboksilat. Pergantian proton yang cepat akan menghasilkan ion karboksilat dan haloform (kloroform, bromoform, atau iodoform). Keseluruhan reaksi tersebut dinamakan **reaksi haloform**.

Mekanisme Reaksi Haloform:

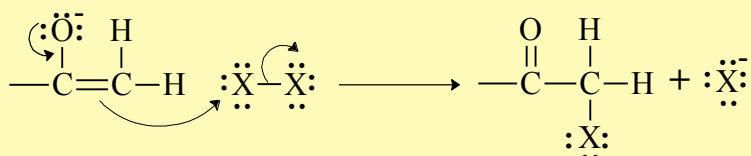


karbanion

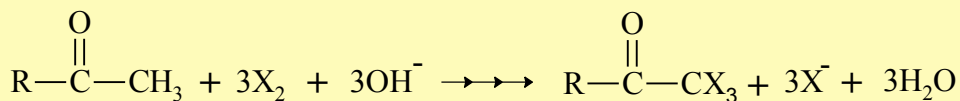
Selanjutnya reaksi karbanion dengan halogen:



Reaksi alternatif:



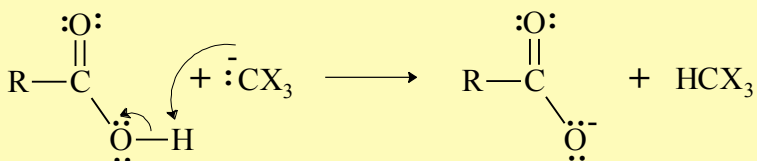
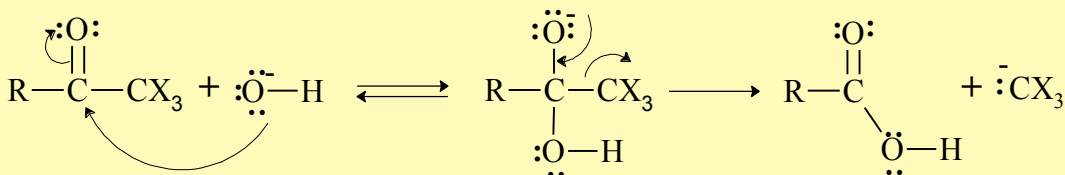
Reaksi ini berulang sebanyak tiga kali hingga ketiga H- α pada metil keton tersubstitusi dengan halogen



metil keton

Trihalo metil keton

Reaksi selanjutnya menghasilkan ion karkarboksilat dan haloform.



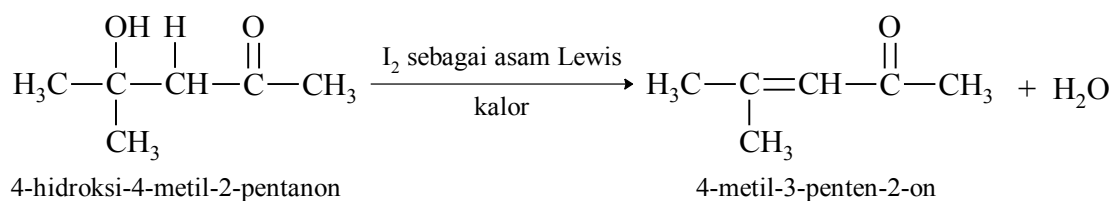
ion karboksilat

haloform

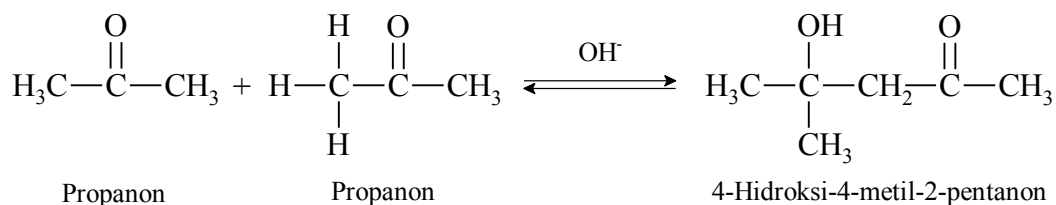
3. Kondensasi Aldol

Jika suatu keton mengandung hidrogen- α , maka dapat mengalami **kondensasi aldol**. Pada kondensasi aldol terjadi reaksi dehidrasi karena pelepasan molekul kecil seperti air, metanol, etanol, atau amonia. Produk akhir reaksi ini berupa α,β -keton yang tidak jenuh.

Senyawa β-hidroksi keton yang diperoleh dari reaksi kondensasi aldol sangat mudah didehidrasi, menghasilkan produk utama yang mempunyai ikatan rangkap dua antara atom karbon-α dan karbon-β. Contoh:

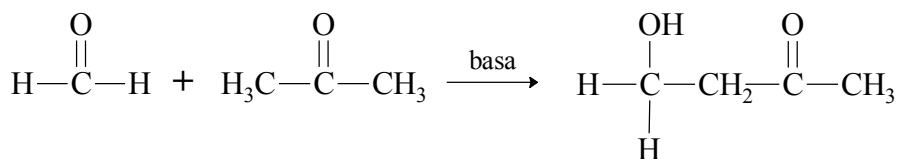


Reaksi kondensasi aldol sebenarnya merupakan reaksi yang kompleks dengan beberapa tahap. Berikut ini ditunjukkan hasil akhir reaksi kondensasi aldol antara dua senyawa propanon:



Selain kondensasi aldol, keton juga dapat mengalami reaksi **kondensasi aldol campuran** atau **kondensasi aldol silang**. Hal ini terjadi apabila terdapat dua senyawa keton dengan struktur yang berbeda (salah satunya memiliki hidrogen-α) bereaksi dalam suasana basa. Selain itu, kondensasi aldol silang juga terjadi antara senyawa aldehida dan keton, namun keduanya harus mempunyai hidrogen-α.

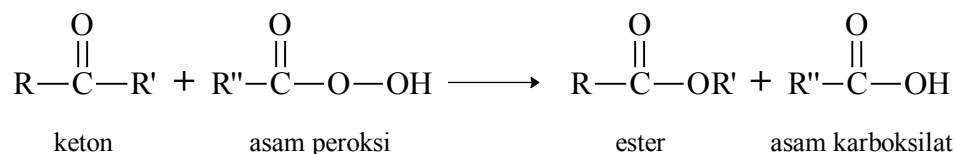
Contoh kondensasi aldol silang dari formaldehida dan aseton. Dari kedua senyawa tersebut, hanya aseton yang memiliki hidrogen-α.



4. Oksidasi Keton

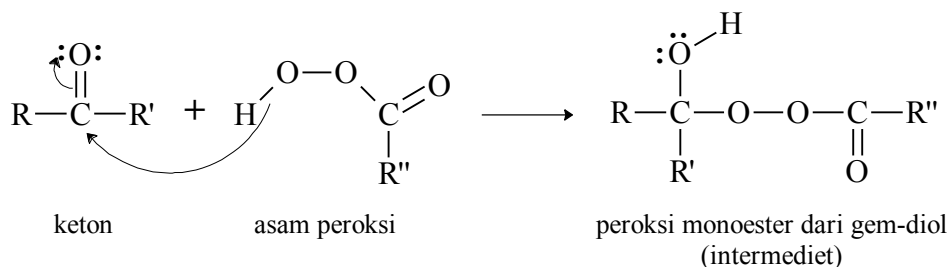
Keton dapat dioksidasi dengan menggunakan asam peroksi yang menghasilkan ester dan asam karboksilat.



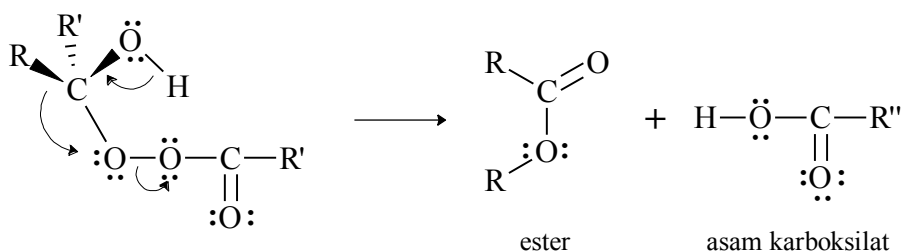


Reaksi menggunakan asam peroksi dikenal dengan nama oksidasi **Baeyer-Villeger** (dari nama Adolf van Beyer dan Vector Villeger pada tahun 1899). Mekanisme oksidasi Baeyer-Villeger berlangsung dalam dua tahap.

Tahap 1, asam peroksida mengadisi gugus karbonil dari keton. Langkah ini merupakan adisi nukleofil analog seperti pembentukan gem-diol dan hemiasetal.

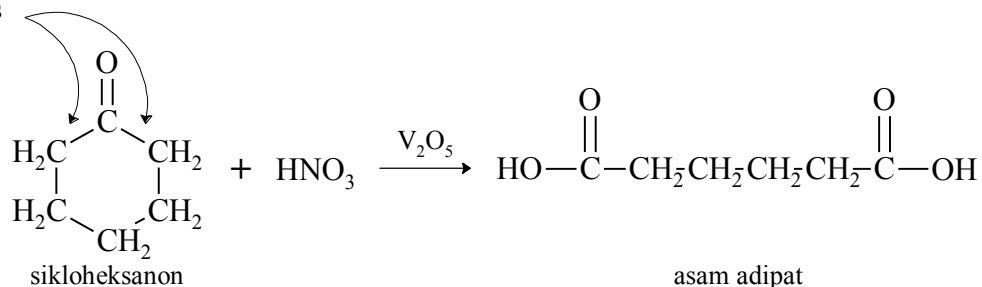


Tahap 2, intermediet langkah 1 mengalami tata ulang. Terjadi pemutusan ikatan lemah O–O peroksi ester disertai lepasnya salah satu substituen dari gugus karbonil ke oksigen.



Jika aldehida mudah dioksidasi, berbeda halnya dengan keton. Oksidasi keton memerlukan kondisi khusus. Misalnya, sikloheksanon dapat dioksidasi secara komersial menjadi **asam adipat**, suatu bahan kimia industri yang penting untuk membuat nilon.

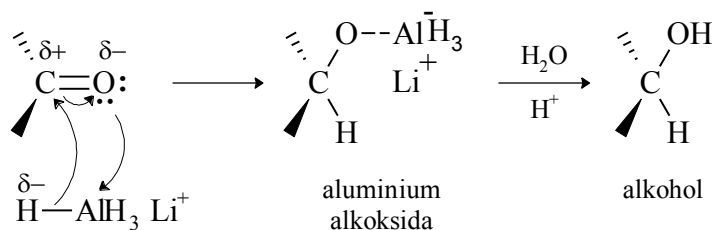
salah satu ikatan C-C ini diputus dalam oksidasi



5. Reduksi Keton

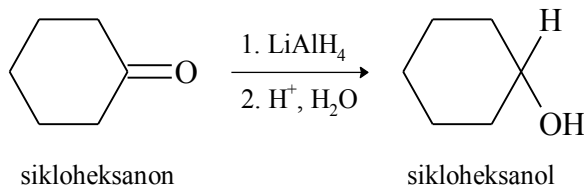
Keton dapat direduksi menjadi alkohol sekunder menggunakan hidrida logam. Hidrida logam yang sering digunakan adalah **litium aluminium hidrida (LiAlH₄)** dan **natrium borohidrida (NaBH₄)**.

Ikatan logam-hidrida terpolarisasi, dengan muatan positif pada logam dan muatan negatif pada hidrogen. Dengan demikian, reaksinya melibatkan serangan nukleofilik tak reversibel dari hidrida (H) pada karbon karbonil. Produk awal reaksi berupa alkoksida, yang selanjutnya terhidrolisis oleh air dan asam menghasilkan alkohol. Hasil akhirnya adalah adisi hidrogen pada ikatan rangkap **karbon-oksigen**.

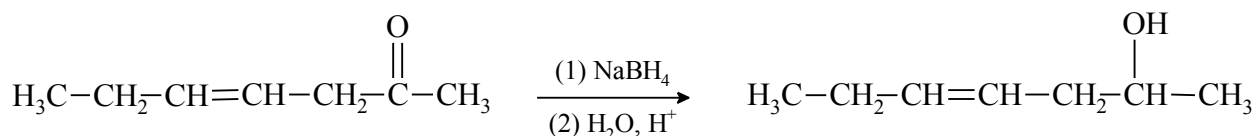


Mekanisme reaksi reduksi pada senyawa keton sama halnya dengan mekanisme reaksi reduksi pada aldehida.

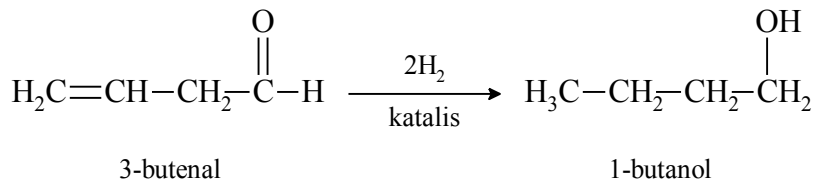
Contoh reaksi reduksi pada keton:



Ikatan rangkap karbon-karbon tidak mudah diserang oleh nukleofili, sehingga ikatan tersebut tidak sukar untuk direduksi. Hidrida logam dapat mereduksi ikatan rangkap karbon-oksigen tanpa mereduksi ikatan rangkap karbon-karbon yang terdapat pada senyawa yang sama.



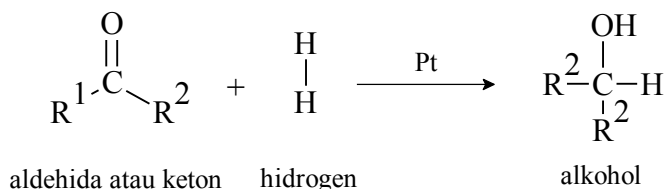
Namun, apabila dipakai sebagai reduktor untuk aldehida atau keton jenuh, ikatan rangkap karbon-karbon juga akan ikut tereduksi.



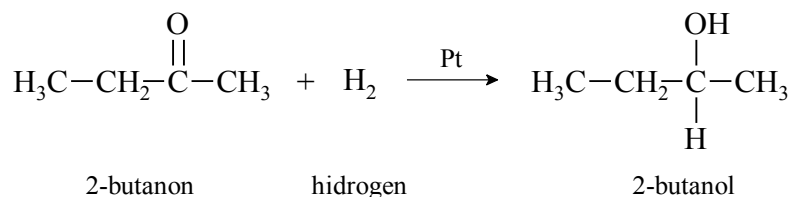
Reaksi reduksi aldehida dan keton juga dapat dilakukan dengan metode klasik, yaitu hidrogenasi. Gugus karbonil bereaksi dengan gas hidrogen dan

katalis berupa logam nickel, platinum, atau paladium pada bejana yang memiliki tekanan udara. Terkadang juga diperlukan pemanasan untuk melakukan reaksi ini. Ikatan rangkap antara karbon dan oksigen direduksi menjadi ikatan tunggal.

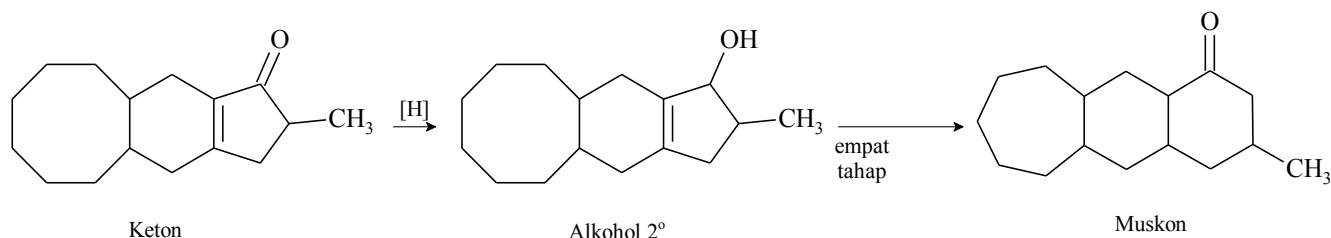
Penambahan hidrogen pada ikatan rangkap karbon-oksigen ditunjukkan pada reaksi berikut ini:



Berikut ini merupakan reaksi hidrogenasi senyawa 2-butanon:



Salah satu senyawa keton yang pembuatannya melibatkan reaksi reduksi yaitu muskon. Muskon diisolasi dari musk, salah satu bahan pembuat parfum. Meskipun muskon berasal dari rusa jantan, namun saat ini telah banyak dilakukan sintesis muskon di laboratorium. Sintesisnya melibatkan reaksi reduksi dari keton menjadi alkohol 2°.

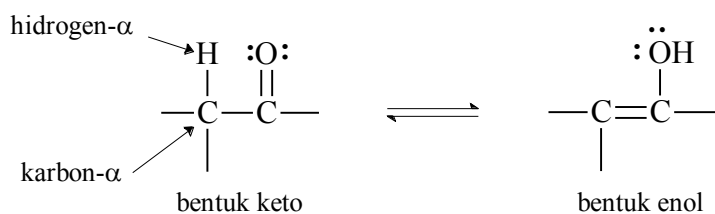


Soal 2.5

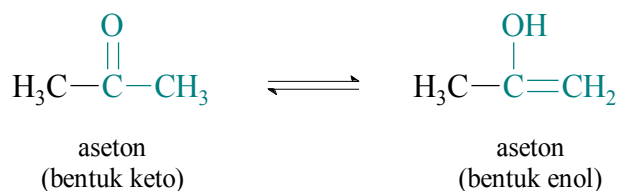
1. Tuliskan persamaan reaksi antara sikloheksanon dengan hidrazina. (Lihat tabel 1.3).
2. Tuliskan reaksi hidrogenasi (reduksi) senyawa 2-butanon.
3. Tuliskan reaksi kondensasi aldol silang dari propanal dan aseton.

G. Tautomerisasi Keton

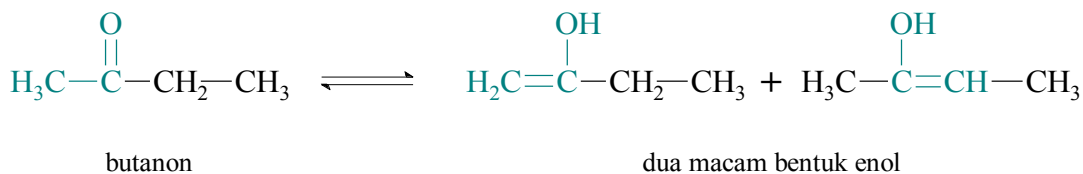
Senyawa keton yang memiliki paling sedikit satu atom hidrogen- α dapat mengalami kesetimbangan dalam bentuk keto dan bentuk enol. Perbedaan dari dua bentuk ini yaitu terletak pada letak hidrogen dan ikatan rangkapnya.



Jenis isomer struktural ini disebut **tautomerisasi**. Dalam bahasa Yunani *tauto* berarti sama, sedangkan *meros* artinya bagian. Kedua bentuk ini disebut sepasang **tautomer**.



Pada senyawa keton, jika terdapat dua macam hidrogen- α , maka akan terdapat dua macam bentuk enol.



Soal 2.6

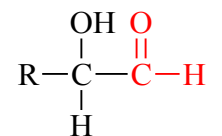
1. Gambarkan bentuk keto dan enol dari
 - a. 2-butanon
 - b. 3-pentanon

H. Analisis Keton

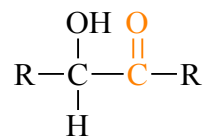
A. Alfa-hidroksi Keton

Keton tidak teroksidasi oleh pengoksidasi ringan seperti larutan Tollens dan Benedict. Tetapi, keton mempunyai gugus karbonil yang melekat pada karbon pembawa gugus hidroksil. Gugus ini disebut **alfa-hidroksi aldehida** dan **alfa-hidroksi keton**. Adanya gugus tersebut membuat keton dapat memberikan uji positif dengan pereaksi Tollens, Benedict, dan Fehling.

Rumus umum senyawa alfa-hidroksi aldehida dan alfa-hidroksi keton:



α -hidroksi aldehida

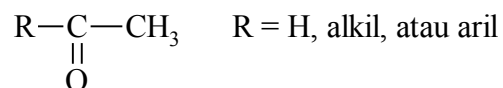


α -hidroksi keton

Susunan gugus ini biasanya terdapat dalam gula.

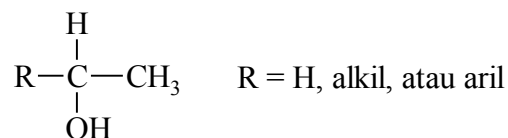
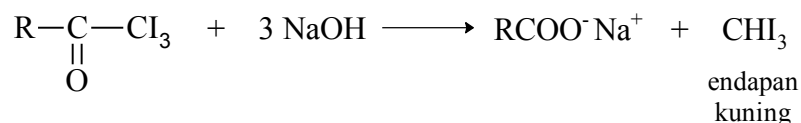
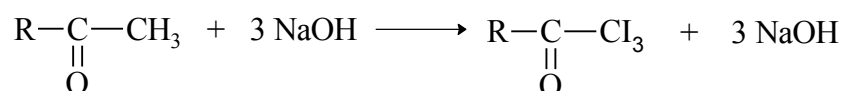
B. Uji Iodoform

Untuk mengetahui apakah suatu senyawa mempunyai struktur metil keton maka digunakan uji iodoform. Uji iodoform merupakan pereaksi yang terdiri dari iodin dan natrium hidroksida (natrium hipiodit).



Uji ini akan menghasilkan endapan kuning dari iodoform (CHI_3).

Reaksi-reaksi yang berlangsung pada pembentukan iodoform:

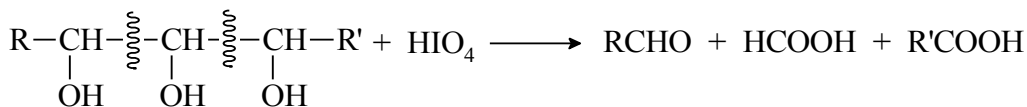
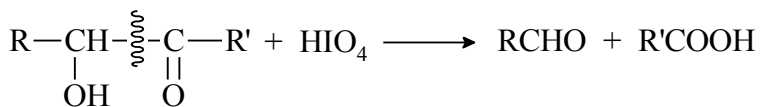
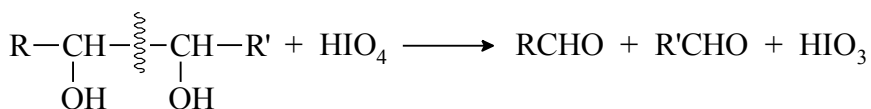
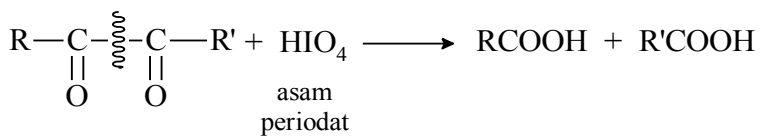


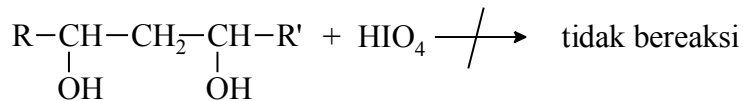
Senyawa alkohol yang dapat dioksidasi menjadi metil keton akan memberikan hasil positif terhadap uji iodoform. Tabel berikut ini menunjukkan hasil uji iodoform terhadap beberapa senyawa alkohol.

Tabel 2.2 Uji Iodoform Terhadap Beberapa Senyawa Alkohol		
Struktur alkohol	Nama	Hasil uji iodoform
Alkohol primer selain etanol	-	negatif
CH ₃ CH ₂ OH	etanol	positif
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2-propanol	positif
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2-pentanol	positif
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	1-fenil etanol	positif
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2-metil-2-propanol (t-butil alkohol)	negatif
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	3-pentanol	negatif
HO-CH ₂ -C ₆ H ₅	benzil alkohol	negatif

C. Analisis 1,2-dion

Senyawa yang mempunyai dua atau lebih gugus keton atau gugus hidroksil yang letaknya berdekatan, akan mengalami oksidasi jika direaksikan dengan asam periodat. Dalam hal ini, senyawa-senyawa tersebut mengalami pemutusan pada ikatan C-C. Contohnya sebagai berikut:





Reaksi-reaksi oksidasi ini biasanya digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai struktur karbohidrat. Secara kualitatif, oksidasi dengan HIO_4 ditunjukkan dengan adanya endapan berwarna putih (AgIO_3) jika ditambahkan pereaksi perak nitrat.

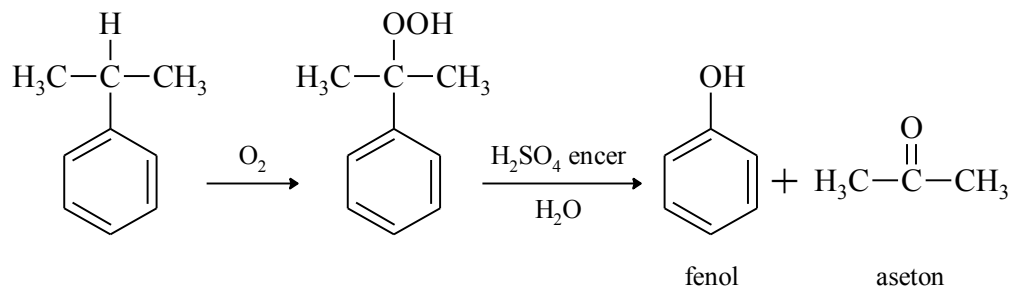
I. Beberapa Keton yang Sering Dijumpai



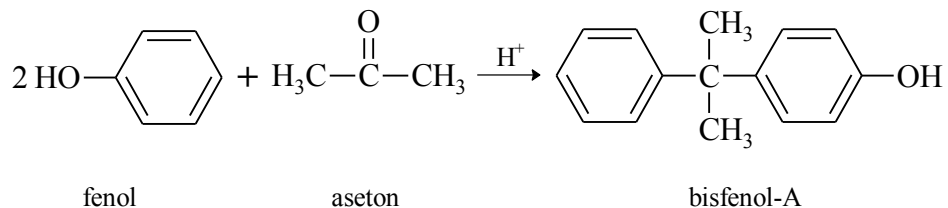
Sumber: naturpedia.ro

Aseton digunakan sebagai pembersih kuku tanpa membuat kulit kering.

Aseton atau propanon merupakan senyawa keton yang paling sederhana dengan rumus $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$. Metode paling sederhana yang sering digunakan untuk sintesis komersial aseton adalah oksidasi propena, oksidasi isopropil alkohol, dan oksidasi isopropilbenzena.

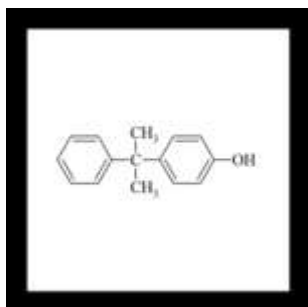


Aseton merupakan suatu zat cair yang mudah terbakar dengan bau yang manis, tak berwarna, dan mudah menguap. Aseton relatif tak beracun, dapat bercampur dalam air dan merupakan pelarut yang baik untuk senyawa-senyawa organik seperti resin, cat, zat warna, dan cat kuku. Oleh sebab itu, aseton banyak digunakan sebagai pelarut dalam reaksi-reaksi organik. Di laboratorium kimia organik, aseton digunakan untuk membersihkan alat-alat gelas. Sebagian aseton juga digunakan untuk pembuatan bahan kimia komersial lain, termasuk bisfenol-A untuk reesin epoksi.



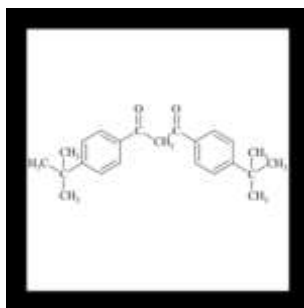
Etil metil keton mempunyai rumus $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_3$. Senyawa ini lebih sedikit larut dalam air dan mempunyai titik didih lebih tinggi dari aseton. Etil metil keton juga merupakan pelarut yang baik, dijual dengan merk dagang MEK.

Kuinon merupakan golongan senyawa karbonil yang unik. Senyawa ini merupakan diketon terkonjugasi siklik. Semua senyawa kuinon mempunyai

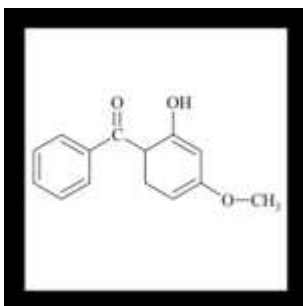
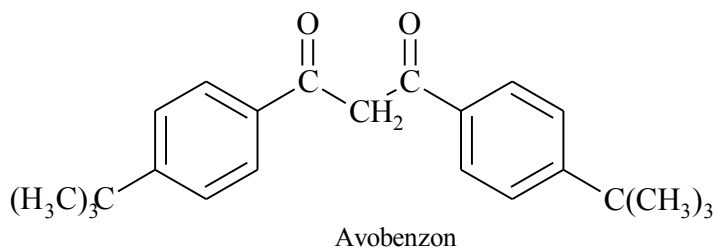


Marker

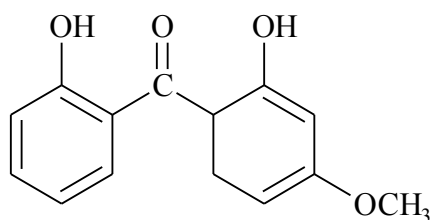
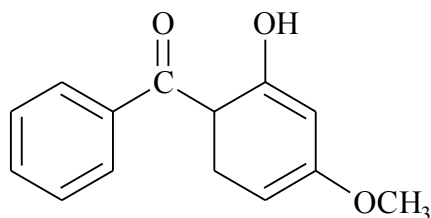
Keton 13. Bisfenol-A



Marker
Keton 17. Avobenzon



Marker
Keton 18. Oksibenzon



Info Kimia

Apakah MI dan MCI Berbahaya?



Methylchloroisothiazolinone (MCI) dan methylisothiazolinone (MI) banyak digunakan dalam kosmetik dan produk kecantikan, seperti produk rumahan maupun industri. Bahan-bahan ini dikombinasikan untuk kemudian berfungsi sebagai pengawet terhadap produk yang dihasilkan. Namun, kontak langsung dengan kedua bahan tersebut dapat menyebabkan alergi, dan MCI merupakan salah satu penyebab alergi yang kuat.

Penggunaan MI/MCI yang semakin meningkat membuat pasien berusia <40 tahun sangat sensitif terhadap resiko peradangan pada kulit, dermatitis wajah yang diduga alergi kosmetik atau produk *skin care*.

MCI adalah alergen yang lebih kuat dari dibandingkan MI, dan mungkin bereaksi tidak hanya dengan kelompok-kelompok sulfhidril bebas (seperti MI), tetapi juga dengan kelompok amino bebas dalam histidin atau rantai samping lisin. Oleh karena itu, persentase pasien yang sensitif terhadap MI bisa jadi juga memiliki reaksi dengan MCI, begitupun sebaliknya.

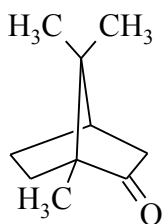
Sumber: *e-resources.perpus*

J. Keton di Alam

Terdapat berbagai sumber alam yang mengandung senyawa keton, baik dari hewan maupun tumbuhan. Sebagian besar dari senyawa-senyawa tersebut dimanfaatkan dalam produksi parfum.

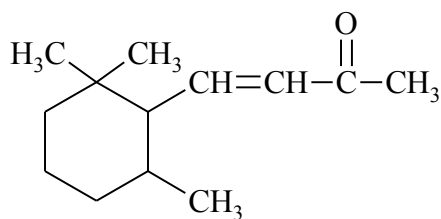
Bahan-bahan alam yang mengandung senyawa keton adalah kamfor, β -ionin, muskon, siveton, karvon, jasmon, dan sebagainya.

Kamfor adalah keton alam yang diperoleh dari kulit pohon kamper, sehingga senyawa ini juga dikenal dengan nama kamper. Kamfor mempunyai bau yang tajam dan enak. Dimanfaatkan dalam bidang pengobatan, yaitu sebagai analgetika dalam obat gosok.



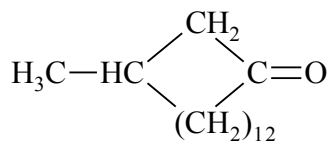
Kamfor

β -ionin beraroma bunga violet. Sering digunakan dalam pembuatan minyak wangi.

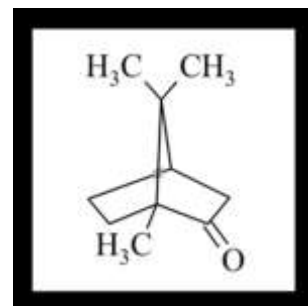


β -ionin

Muskon diperoleh dari kelenjar sejenis rusa jantan. Senyawa ini mempunyai struktur cincin dengan 15 atom karbon. Digunakan dalam produksi minyak wangi.



Muskon

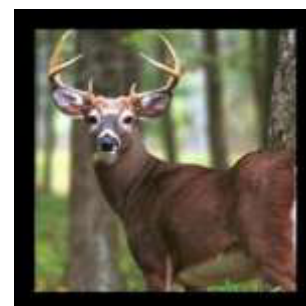


Marker
Keton 19. Kamfor



Sumber: www.anawalls.com

Marker
Keton 20. β -Ionin (Beta Ionin)
Bunga violet



Sumber: www.orbitdigital.net

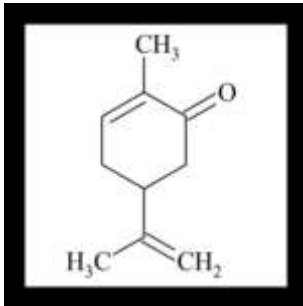
Marker Keton 21. Muskon
Rusa jantan sebagai sumber muskon.



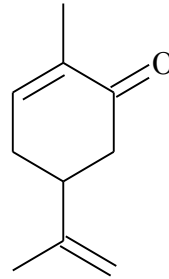
Siveton merupakan suatu keton manis dan berbau tajam. Sumber asli senyawa siveton yaitu kucing sivet (*Viverra civetta*). Saat ini siveton diproduksi secara sintetik dan digunakan sebagai fiksatif dalam parfum.

Karvon adalah minyak permen yang mempunyai titik didih 231°C dan digunakan dalam pembuatan permen.

Sumber: archive.forumcommunity.net
Kucing Sivet (*Viverra civetta*)

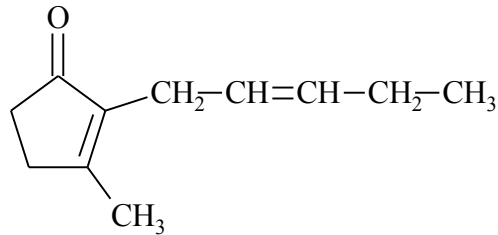


Marker
Keton 22. Karvon

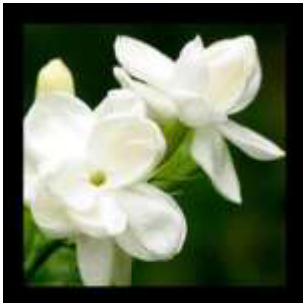


Karvon

Jasmon diperoleh dari minyak melati. Senyawa ini digunakan untuk membuat parfum.



Jasmon



Sumber: www.khasiat.co.id

Marker
Keton 23. Jasmon

Jasmon diperoleh dari melati

Rangkuman

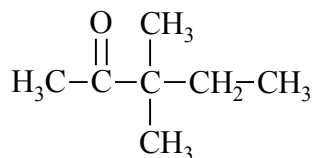
1. Keton mempunyai rumus umum $RC(O)R$ dengan sebuah gugus karbonil terikat pada dua buah gugus alkil, dua gugus aril, atau sebuah gugus alkil dan sebuah gugus aril.
2. Dalam sistem IUPAC, penamaan senyawa keton diturunkan dari nama senyawa alkana dengan cara mengganti akhiran $-a$ pada alkana menjadi $-on$.
3. Pemberian nama umum pada keton dimulai dengan menuliskan gugus alkil yang terikat pada atom karbon gugus karbonil sesuai abjad, kemudian diikuti kata $-keton$.
4. Untuk senyawa keton yang terikat pada gugus $C_6H_5C(O)R$, penamaannya yaitu dengan menyertakan kata $-fenon$ pada akhir nama senyawa keton.
5. Keton mengandung ikatan karbonil polar. Adanya gugus karbonil menyebabkan senyawa ini bersifat polar.
6. Keton mempunyai titik didih yang lebih tinggi daripada alkana karena keton lebih polar dan gaya tarik dipol-dipol antara molekul-molekulnya besar. Namun, titik didih keton lebih rendah daripada alkohol karena dua gugus karbonil tidak dapat mengadakan ikatan hidrogen.
7. Keton larut dalam pelarut organik, karena keton mempunyai sebuah atom oksigen dengan pasangan elektron bebas, sehingga dapat mengalami ikatan hidrogen dengan molekul air.
8. Metode untuk pembuatan keton di antaranya oksidasi alkohol sekunder, ozonolisis alkena, asilasi Friedel-Crafts, hidrasi alkuna, dan pembuatan keton dari nitril.
9. Senyawa keton mengandung gugus fungsi yang dikenal sebagai gugus karbonil. Pada senyawa keton, atom karbon pada gugus karbonil mengikat dua gugus alkil.
10. Pada senyawa keton, terjadi reaksi adisi nukleofilik. Karbon karbonil pada keton yang awalnya berbentuk trigonal dan terhibridisasi sp^2 berubah menjadi tetrahedral dan terhibridisasi sp^3 pada produk reaksinya.
11. Keton kurang reaktif terhadap nukleofilik jika dibandingkan aldehida karena adanya hambatan sterik dan sifat elektronik.
12. Gugus metil keton memiliki tiga proton- α yang akan mengalami halogenasi sebanyak tiga kali, menghasilkan trihalo metil keton. Trihalo metil keton jika bereaksi dengan basa atau ion hidroksida akan menghasilkan asam karboksilat.
13. Jika suatu keton mengandung hidrogen- α , maka dapat mengalami kondensasi aldol. Pada kondensasi aldol terjadi reaksi dehidrasi karena pelepasan molekul kecil seperti air, metanol, etanol, atau amonia.
14. Keton dapat dioksidasi dengan menggunakan asam peroksi yang menghasilkan ester dan asam karboksilat.
15. Keton dapat direduksi menjadi alkohol sekunder menggunakan hidrida logam. Hidrida logam yang sering digunakan adalah litium aluminium hidrida ($LiAlH_4$) dan natrium borohidrida ($NaBH_4$).

16. Senyawa keton yang memiliki paling sedikit satu atom hidrogen- α dapat mengalami kesetimbangan dalam bentuk keto dan bentuk enol. Perbedaan dari dua bentuk ini yaitu terletak pada letak hidrogen dan ikatan rangkapnya.
17. Keton mempunyai gugus karbonil yang melekat pada karbon pembawa gugus hidroksil yang disebut alfa-hidroksi keton. Adanya gugus tersebut membuat keton dapat memberikan uji positif dengan pereaksi Tollens, Benedict, dan Fehling.
18. Untuk mengetahui apakah suatu senyawa mempunyai struktur metil keton maka digunakan uji iodoform. Uji iodoform merupakan pereaksi yang terdiri dari iodin dan natrium hidroksida (natrium hipoiodit).
19. Senyawa yang mempunyai dua atau lebih gugus keton atau gugus hidroksil yang letaknya berdekatan, akan mengalami oksidasi jika direaksikan dengan asam periodat. Dalam hal ini, senyawa-senyawa tersebut mengalami pemutusan pada ikatan C–C.
20. Aseton merupakan senyawa keton yang paling sederhana dengan rumus $(\text{CH}_3)_2\text{C} = \text{O}$. Aseton merupakan suatu zat cair yang mudah terbakar dengan bau yang manis, tak berwarna, dan mudah menguap.
21. Etil metil keton mempunyai rumus $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_3$. Senyawa ini merupakan pelarut yang baik, dijual dengan merk dagang MEK.
22. Kuinon merupakan golongan senyawa karbonil yang unik. Senyawa ini merupakan diketon terkonjugasi siklik.
23. Dihidroksiaseton adalah bahan aktif dalam agen penyamakan komersial yang menghasilkan warna coklat tanpa sinar matahari.
24. Terdapat berbagai sumber alam yang mengandung senyawa keton, baik dari hewan maupun tumbuhan. Sebagian besar dari senyawa-senyawa tersebut dimanfaatkan dalam produksi parfum.
25. Bahan-bahan alam yang mengandung senyawa keton adalah kamfor, β -ionin, muskon, siveton, karvon, jasmon, dan sebagainya.

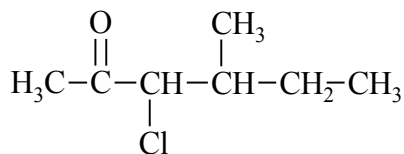
LATIHAN 1

A. Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Nama senyawa berikut berdasarkan sistem IUPAC adalah... .

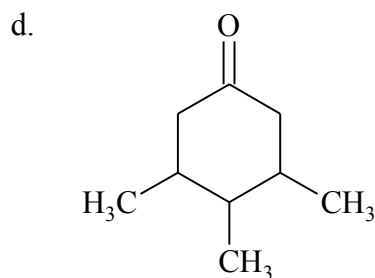
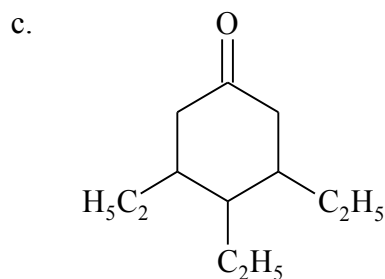
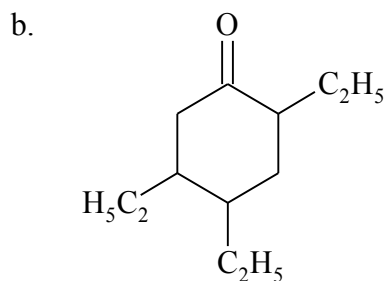
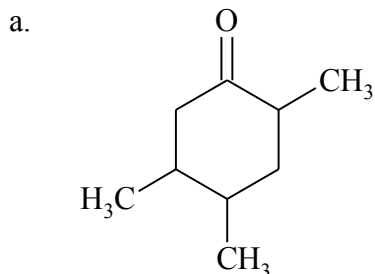


- a. 3-etil-2-pentanon
b. 3,3-dimetil-2-pentanon
c. 3-etil-3,3-dimetil-2-butanon
d. 3,3-dimetilpentanon
2. Perhatikan struktur senyawa berikut!

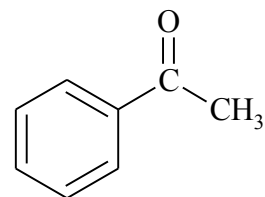


Berdasarkan sistem IUPAC, nama senyawa di atas adalah... .

- a. 4-metil-3-kloro-2-heksanon
b. 4-etil-3-kloro-2-pentenon
c. 3-kloro-4-metil-2-heksanon
d. 3-kloro-4-etil-2-pentanon
3. Struktur untuk senyawa 2,4,5-trietilsikloheksanon yaitu... .

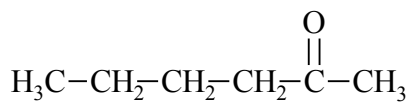


4. Nama trivial atau nama umum untuk senyawa di bawah ini adalah... .



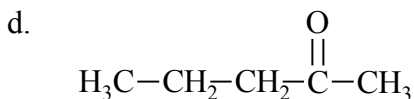
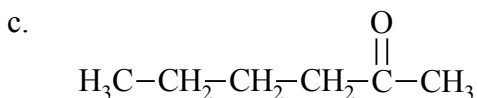
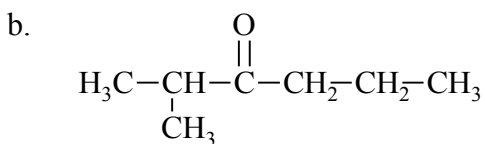
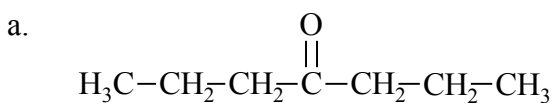
- a. asetofenon
b. benzofenon
c. metil sikloheksanon
d. sikloheksanon
5. Nama umum senyawa berikut adalah... .



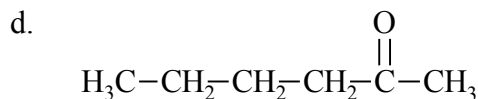
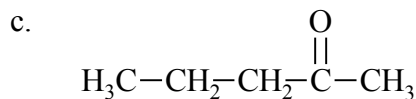
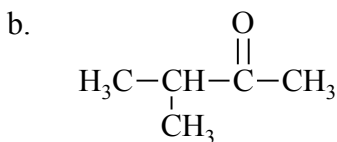
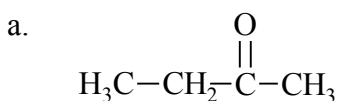


- 2-heksanon
- metil butil keton
- 1-metilpentanon
- butil metil keton

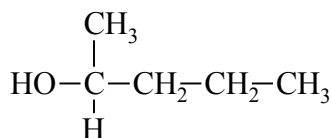
6. Dari beberapa senyawa berikut, manakah yang lebih mudah larut dalam air?



7. Di antara senyawa-senyawa berikut ini, yang hanya larut dalam pelarut organik yaitu... .



8. Perhatikan senyawa berikut ini!



Hasil oksidasi dari senyawa di atas adalah... .

- 2-butanon
- 2-pentanon
- butanon
- pentanon

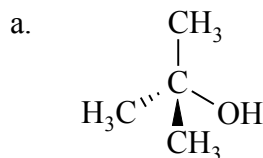
9. 3-Metil-2-butanon dapat dibuat dari... .

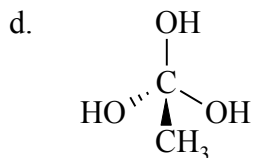
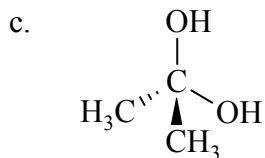
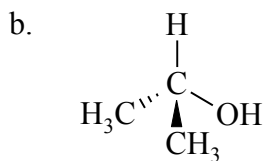
- 3-metil-2-butanol
- 2,3-dimetilpropanol
- 3-metilpentanol
- 3-metilbutanol

10. Nukleofil yang bersifat netral antara lain....

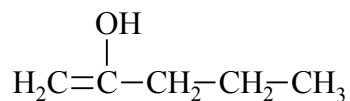
- HOH, ROH, NH₃, RNH₂
- HOH, OH⁻, NH₃, RNH₂
- CN⁻, H⁻, NH₃, RNH₂
- CN⁻, ROH, NH₃, RNH₂

11. Di antara senyawa-senyawa berikut yang merupakan geminal diol adalah...





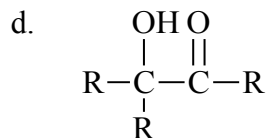
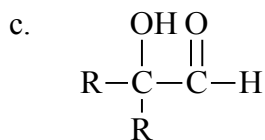
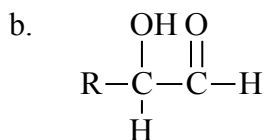
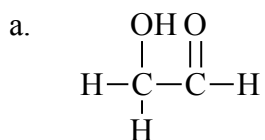
12. Perhatikan senyawa di bawah ini.



Senyawa tersebut merupakan bentuk enol dari... .

- 2-metilbutanon
- 2-metilpentanon
- 2-butanon
- 2-pentanon

13. Rumus umum alfa-hidroksi keton yaitu... .



14. Uji yang dilakukan untuk mengetahui bahwa suatu senyawa mengandung struktur metil keton adalah... .

- uji Tollens
- uji Benedict
- uji Iodoform
- analisis 1,2-dion

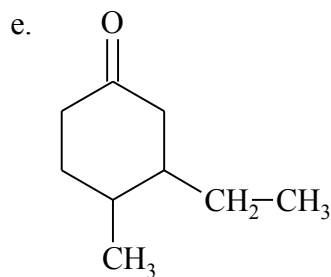
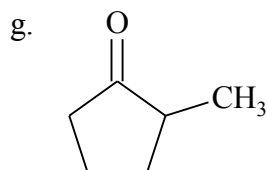
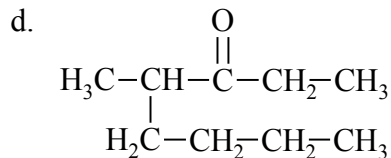
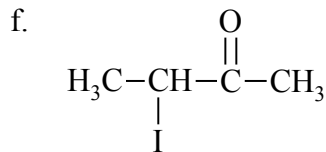
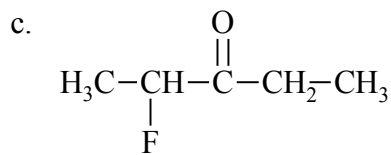
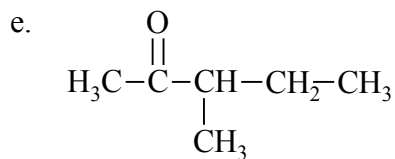
15. Senyawa keton yang diperoleh dari tumbuhan antara lain... .

- Kamfor dan muskon
- Kamfor dan β -ionin
- β -ionin dan muskon
- β -ionin dan siveton



LATIHAN 2

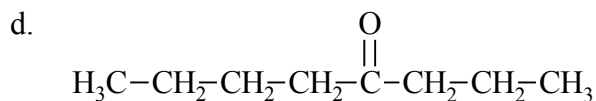
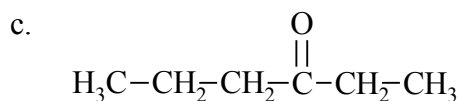
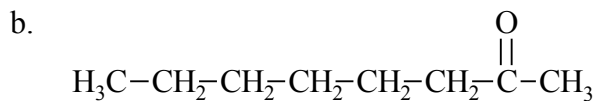
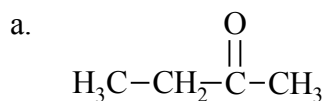
1. Tentukan nama dari setiap senyawa berikut dengan sistem IUPAC.



2. Gambarkan struktur untuk masing-masing senyawa keton berikut ini berdasarkan sistem IUPAC.

- 2-heptanon
- 3-metil-2-heksanon
- 4,5-dikloro-3-heptanon
- 4-bromo-6-metil-3-nonanon

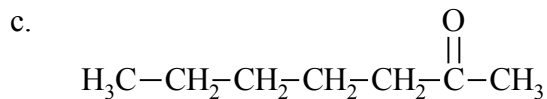
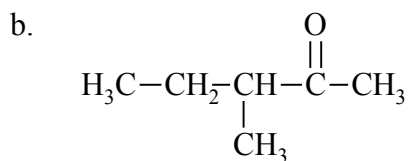
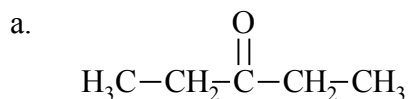
3. Tentukan nama umum untuk senyawa-senyawa di bawah ini.



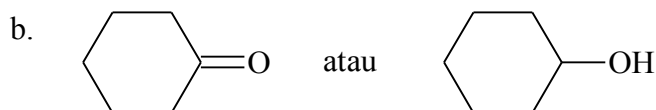
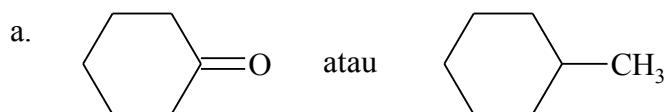
4. Tentukan nama IUPAC dari senyawa-senyawa berikut.

- e. metil isopropil keton
- f. diisopropil keton
- g. metil butil keton
- h. etil pentil keton

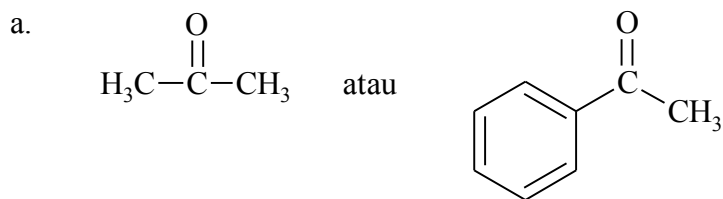
5. Berikan nama untuk masing-masing senyawa berikut.

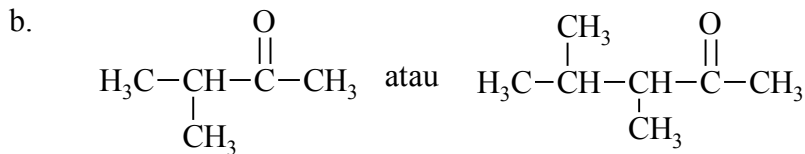


6. Manakah pasangan senyawa-senyawa berikut yang mempunyai titik didih lebih tinggi?

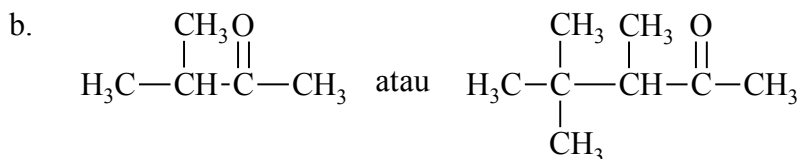
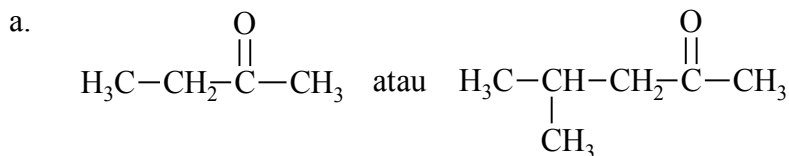


7. Dari pasangan senyawa berikut, tentukan senyawa yang larut baik dalam pelarut organik dan air.

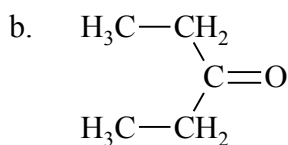
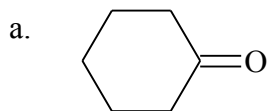




8. Tentukan senyawa yang hanya larut dalam pelarut organik.



9. Alkohol apa yang akan dihasilkan ketika senyawa keton berikut ini direaksikan dengan H_2 menggunakan katalis Pd?



10. Tuliskan persamaan reaksi untuk pembuatan 3-metil-3-heksanol dengan reaksi Grignard. 3-metil-3-heksanol merupakan suatu alkohol 3°.

11. Tuliskan persamaan reaksi hidrogenasi (reduksi) dari senyawa-senyawa berikut:

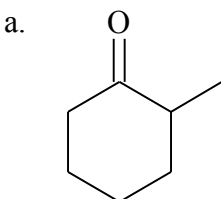
a. 3-pentanon

b. 4-oktanon

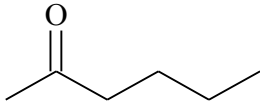
12. Tentukan langkah-langkah pembentukan reaksi aldol dari senyawa 2-butanon.

13. Tuliskan struktur aldol campuran yang diperoleh dari aseton dan formaldehida.

14. Tuliskan dua bentuk enol dari masing-masing senyawa berikut.



b.



15. Gambarkan struktur senyawa keto dan enol dari senyawa-senyawa berikut ini.

a. 3-heksanon

b. 4-heptanon



DAFTAR PUSTAKA

- Bloch, Daniel R. (2008). *Menyingkap Tabir Kimia Organik: Panduan Belajar Mandiri*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Brown, William & Poon, Thomas. (2014). *Introduction to Organic Chemistry*. Asia: Johan Wiley & Sons.
- Carey, Francis A. & Giuliano, Robert M. (2014). *Organic Chemistry Ninth Edition*. United States of America: McGraw-Hill.
- Denniston, Katherine J., Topping, Joseph J., & Caret, Robert L. (2008). *General, Organic, and Biochemistry*. New York: McGraw-Hill.
- Fessenden, Ralph J. & Fessenden, Joan S. (2010). *Dasar-dasar Kimia Organik*. Jakarta: Binarupa Aksara Publisher.
- Gabriels, Gary. et. al. (2015). *Melamine contamination in nutritional supplements - Is it an alarm bell for the general consumer, athletes, and 'Weekend Warriors?'*. Diakses dari <http://e-resources.perpusnas.go.id:2071/docview/1782089726?pq-origsite=summon#center> pada tanggal 28 April 2016, jam 12.30 WIB.
- Hardjono Sastrohamidjojo. (2010). *Kimia Organik Dasar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hart, Harold., Craine, Leslie E., & Hart, David J. (2003). *Kimia Organik: Suatu Kuliah Singkat*. Jakarta: Erlangga.
- Marizcka Resnawati. (2012). *Ensiklopedia Senyawa Turunan Alkana untuk Kelas XII SMA/MA*. Yogyakarta: UNY.
- Martin Clowes. (2009). *Materi Kimia! Volume 8 Kimia Organik*. Bandung: Pakar Raya.
- Michael Purba. (2006). *Kimia untuk SMA Kelas XII*. Jakarta: Erlangga.
- Riswiyanto. (2009). *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Smith, Janice Gorzynski. (2013). *General, Organic, & Biological Chemistry Second Edition*. United States Of America: McGraw-Hill.

- Tine Maria Kuswati, Etty Sofyatiningrum Ratih, Sri Rahayu Ningsih, Nani Kartini. (2007). *Sains Kimia 3 SMA/MA*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Unggul Sudarmo. (2013). *Kimia untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Unggul Sudarmo. (2013). *Kimia untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Erlangga.
- Wilbraham, Antony C. & Matta, Michael S. (1992). *Pengantar Kimia Organik dan Hayati*. Bandung: Penerbit ITB.



LAMPIRAN

