

PENGGOLONGAN SENYAWA ORGANIK DAN DASAR-DASAR REAKSI ORGANIK

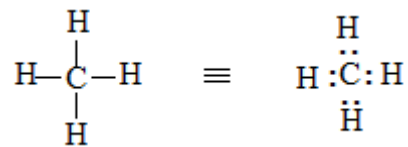
**Oleh:
C. Budimarwanti, M.Si**

PENDAHULUAN

Senyawa organik terlibat dalam tiap segi kehidupan, dan banyak manfaatnya dalam kehidupan manusia sehari-hari. Ada diantaranya yang berwujud bahan makanan, bahan sandang, obat-obatan, kosmetik, dan berbagai jenis plastik. Bahkan dalam tubuhpun banyak terdapat sejumlah senyawa organik dengan fungsi yang beragam pula.

Senyawa organik hanya mewakili satu jenis senyawa kimia, yaitu yang mengandung satu atom karbon atau lebih. Kimia organik barangkali lebih baik didefinisikan sebagai kimia senyawa yang mengandung karbon. Meskipun penggolongan seperti ini agak terbatas, fakta menunjukkan bahwa senyawa yang mengandung atom karbonlah yang banyak terdapat di muka bumi ini. Fakta ini adalah akibat dari kemampuan atom karbon membentuk ikatan dengan atom karbon lain. Jika sifat khas ini dibarengi dengan kemampuan atom karbon membentuk empat ikatan dalam ruang tiga dimensi, maka berbagai susunan atom dapat terjadi. Saat ini jutaan senyawa organik telah ditentukan cirinya, dan setiap tahun puluhan ribu zat baru ditambahkan ke dalam daftar ini, baik sebagai hasil penemuan di alam, ataupun sebagai hasil pembuatan di laboratorium.

Karbon adalah suatu unsur utama penyusun jasad hidup ini sehingga atom karbon menjadi tulang punggung pembentuk senyawa yang beraneka ragam. Mengapa karbon dapat membentuk senyawa-senyawa yang begitu banyak, dimana hal ini tidak ditunjukkan oleh unsur lain. Karbon memiliki empat elektron di kulit terluarnya. Masing-masing elektron dapat disumbangkan kepada unsur-unsur lain sehingga terpenuhi susunan elektroniknya, dan dengan elektron-elektron pasangan membentuk ikatan kovalen. Nitrogen, oksigen dan hidrogen adalah unsur-unsur yang dapat berikatan dengan karbon. Satu atom karbon dapat menyumbangkan paling banyak empat elektron untuk dipasangkan dengan empat elektron dari unsur lain. Sebagai contoh dalam molekul metana.



metana (CH₄)

Atom karbon dapat dibedakan dengan atom lain yaitu pada kemampuan atom karbon untuk berpasangan dengan atom karbon lain membentuk ikatan kovalen karbon-karbon. Fenomena tunggal inilah yang memberikan dasar-dasar kimia organik. Rangkaian atom-atom karbon beraneka ragam: linear, bercabang, siklik yang dikelilingi oleh atom hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Tidak banyak unsur lain yang memiliki empat elektron di kulit terluar yang bersifat seperti atom karbon. Hanya silikon yang mirip dengan atom karbon, artinya dapat membentuk ikatan kovalen dengan unsur-unsur lain. Seperti SiO₂ yang melimpah. Senyawa ini sangat stabil, tetapi silikon bukan unsur penyusun jasad hidup.

PENGGOLONGAN SENYAWA ORGANIK

Dalam kehidupan sehari-hari kita banyak menjumpai senyawa, baik senyawa organik maupun anorganik. Senyawa organik sangat banyak jenisnya, sehingga perlu adanya penggolongan senyawa organik. Penggolongan senyawa organik atau senyawa karbon dapat dilihat pada bagan:

Keterangan :

Senyawa siklik: senyawa yang mempunyai rantai karbon tertutup.

Senyawa alifatik: senyawa yang mempunyai rantai karbon terbuka.

Senyawa homosiklik: senyawa siklik yang atom lingkaranya hanya tersusun oleh atom karbon.

Senyawa heterosiklik : senyawa siklik yang atom lingkaranya, selain tersusun dari atom C (karbon) juga tersusun oleh atom lain, misalnya : O, N, dan S.

Senyawa polisiklik: senyawa yang mempunyai lebih dari dua struktur lingkaran atom karbon.

Senyawa alisiklik : senyawa siklik yang mempunyai sifat-sifat seperti senyawa alifatik.

Senyawa aromatik : senyawa siklik yang tersusun oleh beberapa atom karbon membentuk segi lima, segi enam secara beraturan dan mempunyai ikatan rangkap yang terkonjugasi dengan ketentuan : tiap atom dalam cincin harus mempunyai orbital p yang tersedia untuk pengikatan, bentuk cincin harus datar, harus terdapat $(4n+2)$ elektron π dalam cincin itu (aturan Huckel)

PENGGOLONGAN SENYAWA KARBON

SIKLIK				ALIFATIK	
HOMOSIKLIK	HETEROSIKLIK		POLISIKLIK	Alkena	C_nH_{2n}
ALISIKLIK	AROMATIK			Alkana	
Con	Con	Con	Cont	Alkohol	R-OH
				Eter	R-O-R'
				Aldehid	
				Keton	
				Asam Karboksilat	
				Ester	
				Asil halida	

Amida

Amina R-NH₂

DASAR-DASAR REAKSI ORGANIK

Tipe Reaksi Organik

Reaksi-reaksi senyawa organik digolongkan dalam beberapa tipe, yaitu:

1. Reaksi substitusi
 - a. Reaksi substitusi nukleofilik unimolekuler (S_N1)
 - b. Reaksi substitusi nukleofilik bimolekuler (S_N2)
 - c. Reaksi substitusi nukleofilik internal (S_Ni)
 - d. Reaksi substitusi elektrofilik (SE)
2. Reaksi adisi
 - a. Reaksi anti adisi
 - b. Reaksi sin adisi
3. Reaksi eliminasi
 - a. Reaksi eliminasi α (eliminasi 1,1)
 - b. Reaksi eliminasi β (eliminasi 1,2)
4. Reaksi penataan ulang (*rearrangement*)
5. Reaksi radikal.

Aspek-aspek dasar dalam reaksi senyawa organik

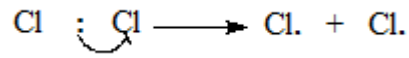
Pemutusan ikatan

Proses pemutusan ikatan terjadi dengan dua cara, yaitu:

1. Pemutusan homolisis, yaitu pemutusan ikatan dimana masing-masing atom membawa elektron dalam jumlah yang sama (simetris), sehingga membentuk radikal. Radikal bebas bersifat sementara dan sangat reaktif, sehingga cepat bergabung membentuk molekul kembali. Pemutusan homolisis terjadi karena adanya energi panas atau cahaya

Contoh :

Cl₂ dapat digambarkan Cl – Cl, atau Cl : Cl, pemutusan homolisis dapat digambarkan sebagai berikut:



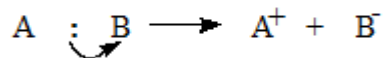
2. Pemutusan heterolisis

Pemutusan heterolisis terjadi apabila hanya salah satu atom yang membawa elektron, sedangkan atom yang lain tidak membawa elektron (asimetris). Atom yang membawa sepasang elektron akan bermuatan negatif, sedangkan atom yang tidak membawa elektron bermuatan positif. Pemutusan heterolisis molekul AB dapat terjadi dalam dua cara, yaitu:

- a. Jika elektronegativitas A lebih besar dari B, pemutusan heterolisis dapat digambarkan:



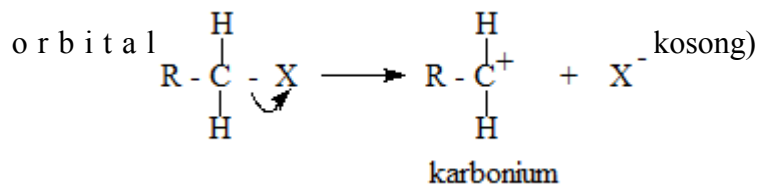
- b. Jika elektronegativitas B lebih besar dari A, pemutusan heterolisis dapat digambarkan sebagai berikut:



Karbonium (karbokation) dan karbanion (karboanion)

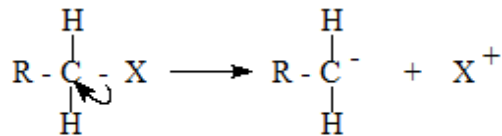
Pemutusan heterolisis ikatan C-X senyawa karbon dapat terjadi dengan dua cara:

1. Apabila elektronegativitas X lebih besar dari C, maka akan terjadi karbonium (struktur dimana atom C memiliki muatan formal +1, hal ini berarti atom C memiliki



R adalah atom hidrogen, gugus alkil atau fenil, sedangkan X adalah unsur halogen (Cl, Br, I).

2. Apabila elektronegativitas X lebih kecil dari C, maka akan terjadi karbanion (struktur dimana atom C memiliki muatan formal -1, hal ini berarti atom C memiliki orbital isi dua)



Nukleofil **dan** **karbanion** **elektrofil**

Pada proses heterolisis akan terjadi nukleofil dan elektrofil.

- a. Nukleofil adalah spesies (atom / ion/ molekul) yang kaya elektron, sehingga dia tidak suka akan elektron tetapi suka akan nukleus (inti yang kekurangan elektron).

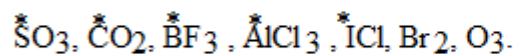
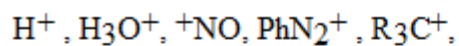
C o n t o h

nukleofil: H^- , BH_4^- , $\overset{*}{\text{HSO}_3^-}$, HO^- , RS^- , CN^- , RCO_2^- , $\text{RC}\equiv\text{C}^-$, $\text{CH}(\text{CO}_2\text{Et})_2^-$,
 O^- , N^- , S^- , $\overset{*}{\text{RMgBr}}$, $\overset{*}{\text{RLi}}$

Keterangan: atom yang diberi tanda * adalah atom yang kaya elektron

- b. Elektrofil adalah spesies (atom / ion / molekul) yang kekurangan elektron, sehingga ia suka akan elektron.

Contoh elektrofil:

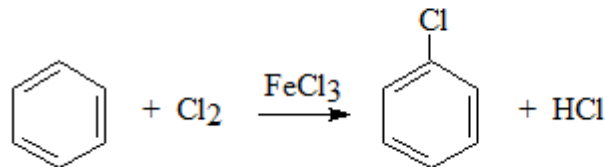
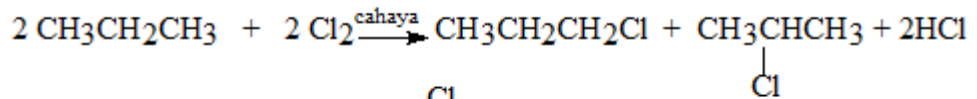
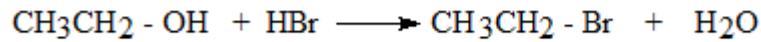


Keterangan: atom yang diberi tanda * adalah atom yang kekurangan elektron.

Menurut konsep asam basa Lewis nukleofil adalah suatu basa, sedangkan elektrofil adalah suatu asam. Reaksi senyawa karbon pada dasarnya adalah reaksi antara suatu nukleofil dengan suatu elektrofil.

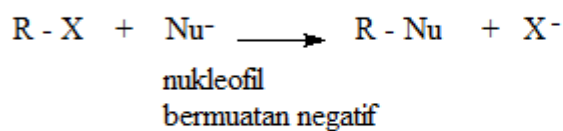
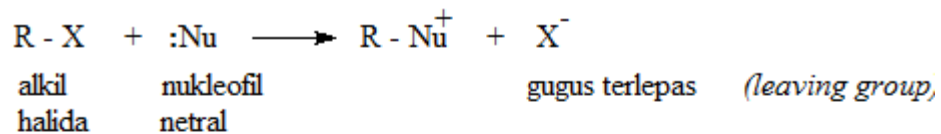
Reaksi Substitusi

Reaksi substitusi terjadi apabila sebuah atom atau gugus yang berasal dari pereaksi menggantikan sebuah atom atau gugus dari molekul yang bereaksi. Reaksi substitusi dapat terjadi pada atom karbon jenuh atau tak jenuh.

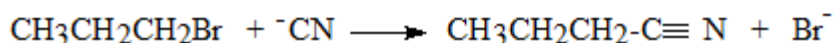
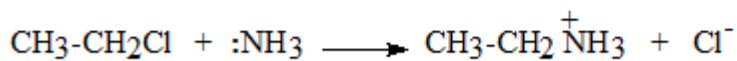


1. Reaksi substitusi nukleofilik

Pada reaksi substitusi nukleofilik atom/ gugus yang diganti mempunyai elektronegativitas lebih besar dari atom C, dan atom/gugus pengganti adalah suatu nukleofil, baik nukleofil netral atau nukleofil yang bermuatan negatif.



Contoh:

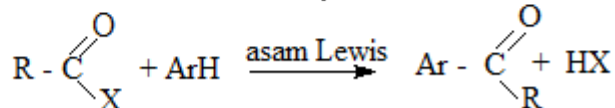
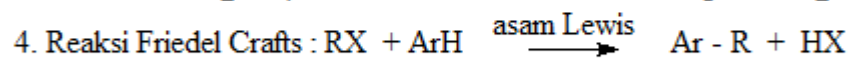
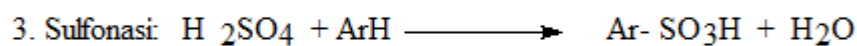
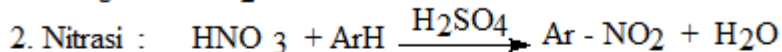
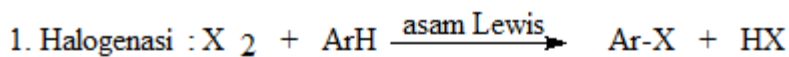


Reaktivitas relatif dalam reaksi substitusi nukleofilik dipengaruhi oleh reaktivitas nukleofil, struktur alkilhalida dan sifat dari gugus terlepas. Reaktivitas nukleofil dipengaruhi oleh basisitas, kemampuan mengalami polarisasi, dan solvasi.

2. Reaksi substitusi elektrofilik

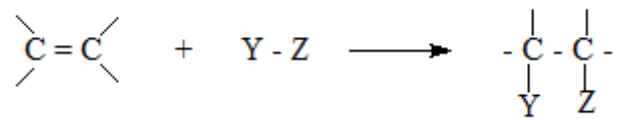
Benzena memiliki rumus molekul C_6H_6 , dari rumus molekul tersebut seyogyanya benzena termasuk golongan senyawa hidrokarbon tidak jenuh. Namun ternyata benzena mempunyai sifat kimia yang berbeda dengan senyawa hidrokarbon tidak jenuh. Beberapa perbedaan sifat benzena dengan senyawa hidrokarbon tidak jenuh adalah diantaranya bahwa benzena tidak mengalami reaksi adisi melainkan mengalami reaksi substitusi. Pada umumnya reaksi yang terjadi terhadap molekul benzena adalah reaksi substitusi elektrofilik, hal ini disebabkan karena benzena merupakan molekul yang kaya elektron

Ada 4 macam reaksi substitusi elektrofilik terhadap senyawa aromatik, yaitu :



Reaksi Adisi

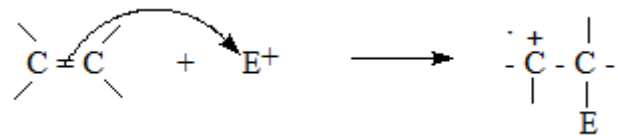
Reaksi adisi terjadi pada senyawa tak jenuh. Molekul tak jenuh dapat menerima tambahan atom atau gugus dari suatu pereaksi. Dua contoh pereaksi yang mengadisi pada ikatan rangkap adalah brom dan hidrogen. Adisi brom biasanya merupakan reaksi cepat, dan sering dipakai sebagai uji kualitatif untuk mengidentifikasi ikatan rangkap dua atau rangkap tiga. Reaksi adisi secara umum dapat digambarkan sebagai berikut:



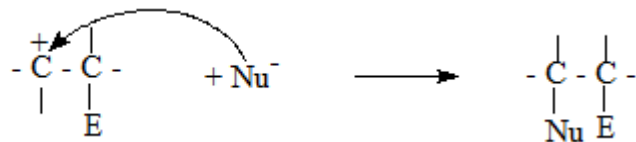
1. Adisi elektrofilik

Tahap reaksi adisi elektrofilik adalah:

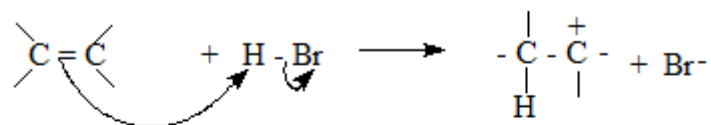
- Tahap 1: serangan terhadap elektrofil E^+ yang terjadi secara lambat,



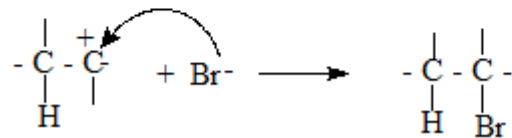
- Tahap 2: serangan nukleofil terhadap karbonium,



Sebagai contoh apabila etena bereaksi dengan HBr, mekanisme reaksi mengikuti langkah sebagai berikut:

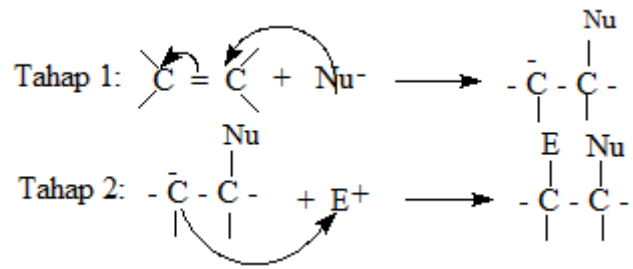


kemudian terjadi serangan nukleofilik pada karbonium,



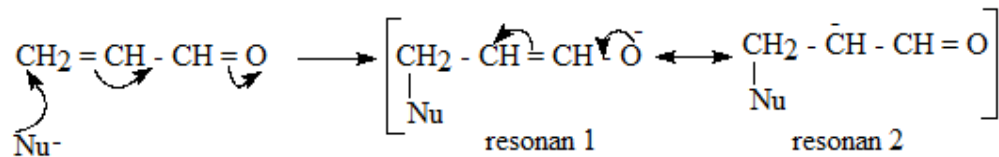
2. Adisi nukleofilik

Tahap reaksi adisi nukleofilik adalah:

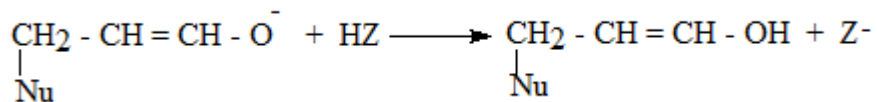


Adisi nukleofilik ini khusus untuk HX terhadap senyawa $\text{C} = \text{C} - \text{Z}$, dimana Z adalah CHO, COR, COOR, CN, NO₂, SO₂R, gugus ini mendominasi delokalisasi elektron pada senyawa intermediet.

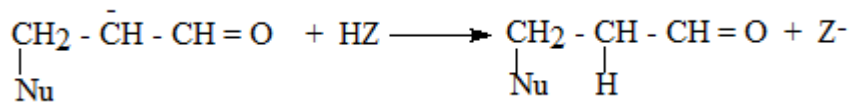
Contoh: bagaimana mekanisme reaksi : $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{O} + \text{Nu}^- + \text{HZ}$?



Dari resonan 1 :



Dari resonan 2:



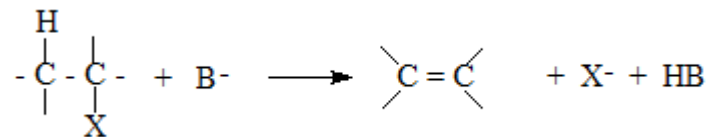
Reaksi Eliminasi

Reaksi eliminasi adalah kebalikan dari reaksi adisi. Dalam reaksi ini terjadi penghilangan 2 atom atau gugus untuk membentuk ikatan rangkap atau struktur siklis.

Kebanyakan reaksi eliminasi menyangkut kehilangan atom bukan karbon.

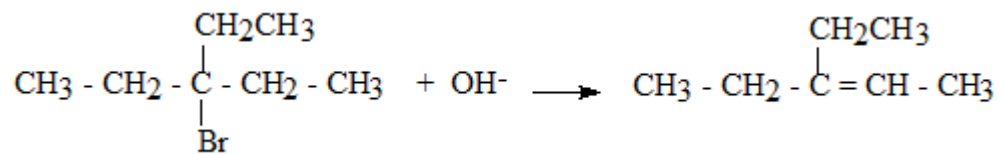
1. Reaksi eliminasi β

Bila alkilhalida yang mempunyai atom H β direaksikan dengan basa kuat, akan terjadi reaksi eliminasi dan terbentuk alkena.



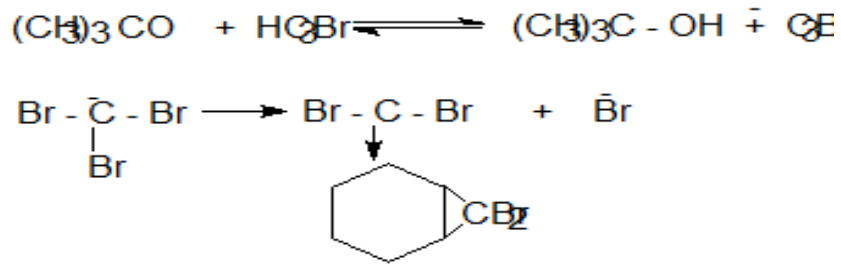
Karena proton yang dihilangkan terletak pada kedudukan β terhadap halogen, maka reaksi ini disebut eliminasi β . Bila X adalah halogen, maka reaksi ini disebut dehidrohalogenasi. Eliminasi dapat pula terjadi bila X adalah gugus lepas yang baik, misalnya $-\text{OSO}_2\text{R}$, $-\text{SR}_2$ dan $-\text{SO}_2\text{R}$.

Sebagai contoh:



2. Eliminasi α

Reaksi eliminasi α terjadi jika 2 atom atau gugus yang dihilangkan berasal dari atom karbon yang sama. Misalnya t-butoksida akan menghilangkan proton dari tribromometan (bromoform). Selanjutnya tribromo karbanion akan kehilangan ion bromida, sehingga terbentuk dibromokarbena, suatu intermediet yang sangat reaktif, yang dapat ditangkap (*trapped*) dengan sikloheksena.

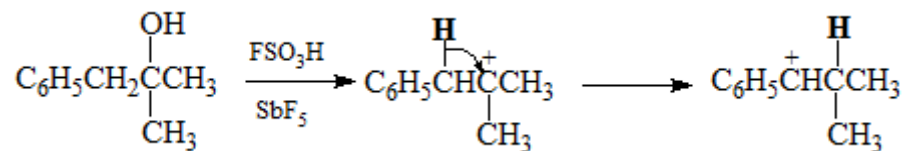


REAKSI PENATAAN ULANG

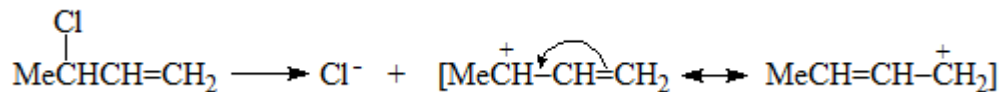
Reaksi penataan ulang dapat berlangsung melalui intermediet, terutama kation-kation, anion-anion atau radikal-radikal. Sebagai contoh adalah penataan ulang yang melibatkan karbokation, kation 1-propilium dapat mengalami penataan ulang menjadi kation 2-propilium, yaitu dengan perpindahan satu atom hidrogen dengan pasangan elektronnya (geseran hidrida) dari C₂ ke karbon C₁ karbokationiknya.



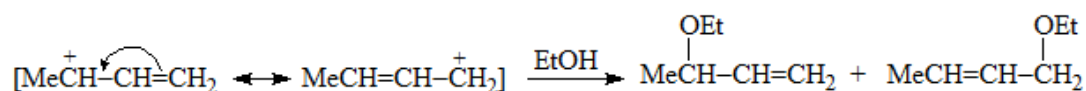
Hal ini merupakan petunjuk bahwa kemantapan karbokation sekunder lebih besar daripada primer, tetapi geseran dalam arah yang berlawanan dapat berlangsung, asalkan dimungkinkan untuk mencapai kemampuan delokalisasi yang lebih besar pada sistem orbital π suatu cincin benzena. Berikut ditunjukkan terjadinya penataan ulang dari karbokation tersier \rightarrow sekunder.



Di sini terlihat adanya peluang untuk terjadinya penataan ulang yang lebih menarik dalam kation terdelokalisasi, misalnya penataan ulang pada sistem alilik. Sebagai contoh adalah dalam reaksi solvolisis S_N1 dari 3-kloro-1-butena dalam etanol (EtOH).

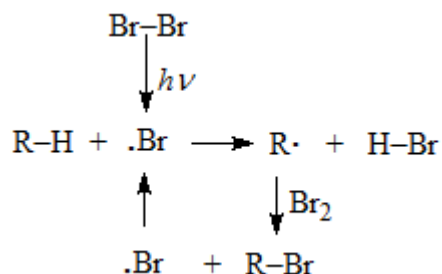


Setelah terbentuknya karbokation, penyerangan oleh EtOH dapat terjadi pada C₁ dan C₂, dan ternyata diperoleh campuran dari kedua eter tersebut.



REAKSI RADIKAL

Reaksi-reaksi yang melibatkan radikal amat banyak terjadi dalam bentuk gas, pembakaran senyawa organik hampir selalu merupakan reaksi radikal. Reaksi radikal juga dapat berlangsung dalam larutan, terutama jika dilakukan dalam pelarut nonpolar, serta terkatalisis oleh cahaya atau terjadi penguraian serentak zat-zat kimia yang diketahui akan menghasilkan radikal itu sendiri, yakni peroksida organik. Ciri khas lain untuk reaksi radikal adalah bahwa begitu mulai terjadi, reaksi akan berjalan amat cepat akibat berlangsungnya reaksi-rantai-cepat yang hanya sedikit memerlukan energi, misalnya pada halogenasi alkana:



Dalam hal ini, radikal yang diperoleh secara fotokimia yaitu atom brom (Br.) reaksinya dengan substrat netral R-H akan menghasilkan R \cdot . Radikal ini bereaksi lebih lanjut dengan suatu molekul netral Br $_2$, dan akan menghasilkan Br \cdot . Lagi, daur ini berlangsung terus menerus tanpa perlu Br \cdot baru lagi.

Merupakan ciri khas pula bahwa reaksi radikal semacam ini dapat dihambat dengan adanya pemasukan suatu bahan yang dapat bereaksi dengan radikal, misalnya fenol, kinon, difenilamina. Bahan-bahan ini dapat dipakai untuk menghentikan suatu reaksi radikal yang tengah berlangsung, sehingga bahan ini disebut penghenti/terminator.

DAFTAR PUSTAKA

Allinger, Norman L. et.al. 1976. *Organic Chemistry*. Second edition. New York:Worth Publishers Inc.

Fessenden, Fessenden. 1992. *Kimia Organik*. (Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka). Edisi ketiga. Jakarta:Penerbit Erlangga

Pine, Stanley H. et. Al. 1980. *Organic Chemistry*. Fourth edition. McGraw-Hill