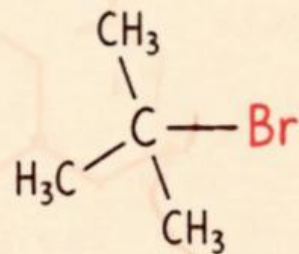


E-LKPD



REAKSI SUBSTITUSI

SN1, SN2, SNi

FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI MEKANISME
REAKSI SUBSTITUSI



Disusun Oleh: Kelompok 3
Audy Arbiyanti (A1C123O12)
Fifi Lutfianita (A1C123O18)

Dosen Pengampu:
Afrida, S.Si., M.Si.

Kelompok : _____
Kelas : _____
Nama : _____

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun e-E-LKPD yang berjudul "Reaksi Substitusi S_N1 , S_N2 , S_{Ni} , Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Mekanisme Reaksi Substitusi".

Melalui e-E-LKPD ini, diharapkan peserta didik dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan logis, serta memperdalam pemahaman terhadap konsep-konsep abstrak dalam kimia melalui pendekatan yang kontekstual dan aplikatif. Penyusunan e-E-LKPD ini dirancang agar peserta didik dapat terlibat aktif dalam proses pembelajaran melalui pengamatan, analisis, dan pemecahan masalah yang berkaitan dengan fenomena kimia dalam kehidupan sehari-hari.

Penulis menyadari bahwa e-E-LKPD ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Semoga e-E-LKPD ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang terlibat dalam proses pembelajaran kimia.

Jambi, April 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD	1
TUJUAN PEMBELAJARAN.....	2
URAIAN MATERI I.....	3
1. Reaksi substitusi nukleofilik.....	3
2. Reaksi substitusi nukleofilik unimolekuler SN1	3
Kegiatan 1	7
URAIAN MATERI II	9
Reaksi Substitusi Nukleofilik bimolekuler SN2	9
Kegiatan 2.....	12
URAIAN MATERI III	14
Reaksi Substitusi Nukleofilik (S _N i).....	14
Kegiatan 3.....	15
URAIAN MATERI IV	17
Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reaksi Substitusi Nukleofilik	17
Kegiatan 4.....	20
Daftar Pustaka.....	23

PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD

- Bacalah setiap bagian E-LKPD dengan cermat sebelum mengerjakan.
- Pahami tujuan pembelajaran yang tercantum di awal E-LKPD.
- Ikuti langkah-langkah kegiatan secara berurutan sesuai instruksi.
- Jawablah pertanyaan yang tersedia dengan bahasa sendiri secara jelas dan singkat.
- Gunakan sumber belajar (buku, artikel, atau referensi lain) sesuai arahan guru.
- Setelah selesai, periksa kembali jawaban sebelum dikumpulkan.
- Kumpulkan E-LKPD tepat waktu sesuai arahan guru.

TUJUAN PEMBELAJARAN

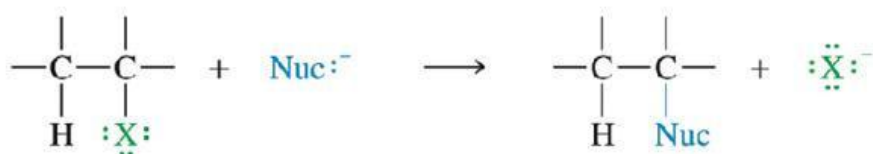
Melalui e-E-LKPD ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan pengertian reaksi substitusi nukleofilik serta peran nukleofil, substrat, dan leaving group dalam mekanisme reaksi substitusi.
2. Menganalisis perbedaan mekanisme reaksi S_N1 , S_N2 , dan S_Ni berdasarkan tahapan reaksi, kinetika reaksi, intermediet yang terbentuk, serta perubahan stereokimia yang terjadi.
3. Membandingkan karakteristik reaksi S_N1 , S_N2 , dan S_Ni melalui analisis studi kasus dan data reaksi organik.
4. Mengaitkan konsep mekanisme reaksi substitusi nukleofilik dengan penerapannya dalam sintesis obat-obatan, pembuatan senyawa organik industri, pengolahan bahan kimia, dan proses reaksi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

URAIAN MATERI I

1. Reaksi Substitusi Nukleofilik

Reaksi substitusi merupakan suatu reaksi dalam mana satu atom, ion atau gugus disubstitusikan untuk menggantikan atom, ion, atau gugus lain. Nukleofil (nucleophile, "pecinta nukleus"), adalah suatu spesi (ion/molekul) menyerang suatu alkil halida dalam reaksi substitusi sering dilambangkan dengan Nu. Umumnya, sebuah nukleofil adalah spesi apa saja yang tertarik ke suatu pusat positif, jadi sebuah nukleofil adalah suatu basa lewis.



Gambar 1: Persamaan reaksi umum substitusi nukleofilik

Reaksi substitusi nukleofilik (S_N) adalah suatu reaksi yang atom, ion, atau gugus suatu substrat digantikan/disubstitusikan oleh atom ion atau gugus lain. Reaksi substitusi nukleofilik terjadi ketika nukleofil (spesi kaya elektron) menggantikan leaving group (gugus pergi) pada atom karbon jenuh (biasanya alkil halida). Gugus pergi atau gugus lepas ialah gugus apa saja yang dapat digeser dari ikatannya dengan suatu atom karbon. Dalam reaksi substitusi alkil halida, halida itu disebut gugus pergi (leaving group). Reaksi substitusi nukleofilik biasanya disebut reaksi S_N , terbagi menjadi 3, yaitu:

1. Substitusi nukleofilik unimolekuler (S_N1)
2. Substitusi nukleofilik bimolekuler (S_N2)
3. Substitusi nukleofilik internal (S_{Ni})

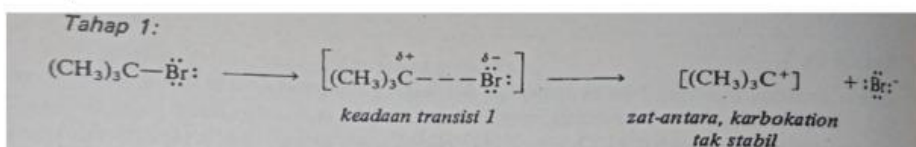
2. Reaksi substitusi nukleofilik unimolekuler S_N1

Substitusi unimolekul meliputi proses ionisasi awal substrat yang mengandung gugus pergi dan membentuk karbokation, kemudian diikuti oleh reaksi dengan nukleofil. Reaksi ini dinamakan reaksi S_N1 .

A. Mekanisme reaksi S_N1

Mekanisme S_N1 adalah reaksi ion. Secara umum reaksi S_N1 yang nukleofiliknya berupa basa yang sangat lemah (seperti H_2O dan C_2H_5OH) direaksikan dengan alkil halida tersier terbentuk produk substitusi, bersamaan dengan produk eliminasi. Mekanisme reaksi S_N1 adalah proses bertahap/stepwise reaction, dinyatakan sebagai berikut:

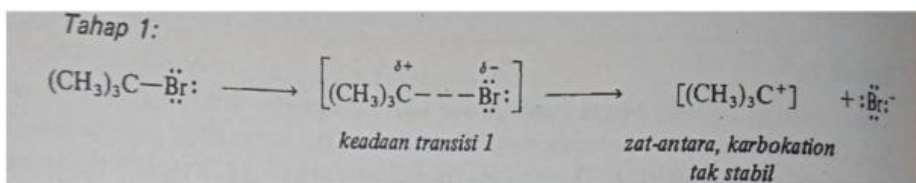
1. Tahap ionisasi



Gambar 2: Tahap 1 mekanisme reaksi S_N1

Tahap ionisasi adalah tahap pembentukan ion. Pada tahap pertama, ikatan pada substrat yaitu ikatan antara karbon dan halogen putus sehingga terbentuklah karbokation dan gugus pergi. Pada proses tahap pertama ini berlangsung secara lambat

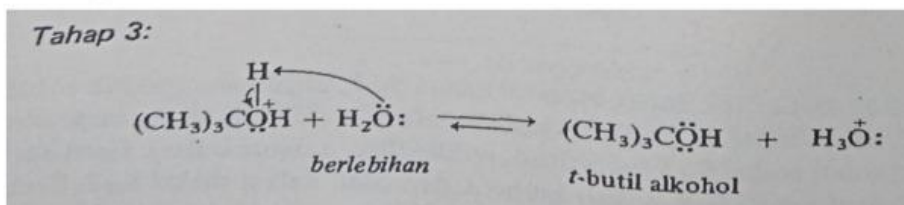
2. Serangan nukleofilik terhadap karbokation



Gambar 3: Tahap 2 mekanisme reaksi S_N1

Pada tahap kedua, karbokation bergabung dengan nukleofilik dan menghasilkan produk sehingga pada tahap kedua ini mekanisme S_N1 berlangsung secara cepat.

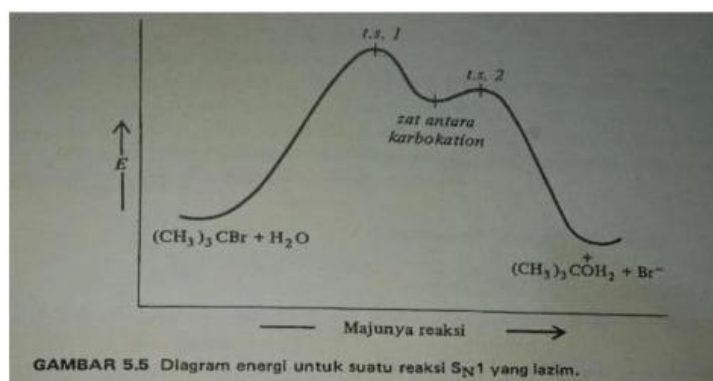
3. Reaksi penetralan atau reaksi asam basa



Gambar 4: Tahap 3 mekanisme reaksi S_N1

Lepasnya H^+ dari dalam alkohol berproton(asam) tadi, dalam suatu reaksi asam-basa yang cepat dan reversibel, dengan pelarut seperti H_2O (basa)

Pada reaksi S_N1 , tahap pertama berupa ionisasi merupakan tahap paling lambat karena membutuhkan energi aktivasi tinggi untuk memutus ikatan $C-X$ dan membentuk karbokation sebagai zat antara. Karbokation ini bersifat reaktif dan memiliki energi lebih rendah dari keadaan transisi tetapi lebih tinggi dari produk, serta memiliki umur tertentu berbeda dengan keadaan transisi yang sangat singkat. Tahap kedua berlangsung cepat karena karbokation segera bereaksi dengan nukleofil dengan energi aktivasi yang rendah untuk menghasilkan produk.



Gambar 5: Diagram energi untuk reaksi S_N1

B. Laju reaksi S_N1

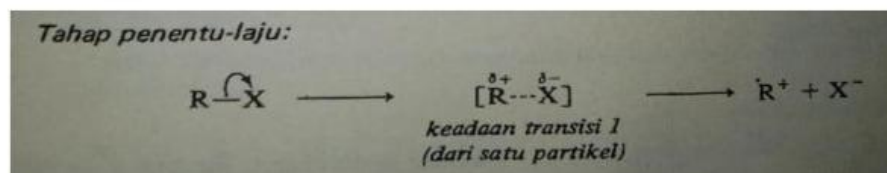
Laju reaksi S_N1 tidak bergantung pada konsentrasi nukleofil, tetapi hanya bergantung pada konsentrasi alkil halida ($[RX]$) dan mengikuti persamaan berikut:

$$\text{Laju } S_N1 = k [RX]$$

Hal ini terjadi karena reaksi antara R^+ dan Nu^- berlangsung sangat cepat, tetapi konsentrasi R^+ sangat kecil karena hanya terbentuk sesaat. Oleh karena itu, laju reaksi keseluruhan ditentukan oleh kecepatan pembentukan karbokation melalui pemutusan ikatan pada RX . Tahap ionisasi ini merupakan tahap penentu laju (rate-determining step), yaitu tahap paling lambat dalam mekanisme reaksi yang mengontrol laju keseluruhan.

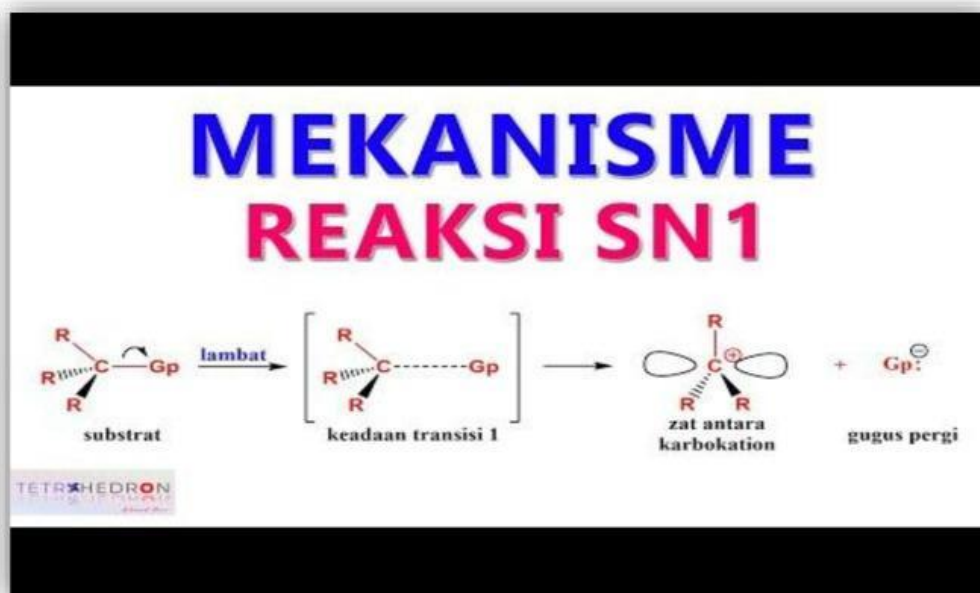
C. Kinetika reaksi S_N1

Reaksi S_N1 merupakan reaksi orde satu karena lajunya hanya bergantung pada konsentrasi satu pereaksi, yaitu alkil halida (RX). Reaksi ini juga bersifat unimolekular karena hanya melibatkan satu partikel dalam tahap penentu laju, sesuai dengan angka “1” pada S_N1 yang menunjukkan mekanisme tersebut.



Gambar 6: Tahap penentu laju reaksi S_N1

Untuk Menambah Pemahaman Kalian Tonton Video Dibawah Ini!



Kegiatan 1



Gambar 7: Hand sanitizer



Gambar 8: Parfume mengandung alkohol



Sumber:

<https://www.shutterstock.com/image-photo/hand-sanitizer-made-alcohol-extracts-600nw-1678503865.jpg>



Sumber:

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTxkXP173rMiM4hTZ-irf7ztJbQbmA_BUq3Nw&s

Hand sanitizer dan parfum sama-sama mengandung alkohol sebagai bahan utama. Dalam industri kimia, alkohol sering diubah menjadi senyawa lain melalui reaksi substitusi. Salah satu caranya adalah mengganti gugus $-OH$ dengan gugus halida sehingga diperoleh senyawa yang lebih reaktif untuk sintesis obat maupun bahan kimia lainnya.

Perubahan tersebut melibatkan proses penggantian suatu gugus oleh gugus lain yang dikenal sebagai reaksi substitusi nukleofilik. Pada beberapa kondisi, reaksi berlangsung melalui pembentukan karbokation terlebih dahulu sebelum diserang oleh nukleofil, yang merupakan ciri khas mekanisme S_N1 .

Diskusikan!

1. Berdasarkan ilustrasi di atas, analisislah mengapa alkohol perlu diubah menjadi senyawa yang memiliki leaving group yang lebih baik sebelum digunakan pada sintesis senyawa organik.

2. Pada reaksi substitusi nukleofilik, terdapat nukleofil, substrat, dan leaving group. Analisislah peran ketiga komponen tersebut dalam menghasilkan produk substitusi.

3. Suatu alkil halida tersier bereaksi dengan air dan membentuk karbokation sebelum menghasilkan produk.

4. Evaluasilah mengapa pembentukan karbokation menjadi tahap penentu pada mekanisme S_N1 .

5. Perhatikan dua senyawa berikut:

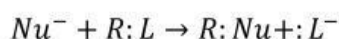
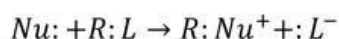
- CH_3Br
- $(CH_3)_3CBr$

Evaluasilah senyawa manakah yang lebih mudah mengalami mekanisme S_N1 dan jelaskan alasan berdasarkan kestabilan karbokation yang terbentuk.

URAIAN MATERI II

Reaksi Substitusi Nukleofilik bimolekuler S_N2

Substitusi bimolekul melibatkan tumbukan nukleofil dengan karbon substrat yang mengandung gugus pergi. Reaksi substitusi ini disebut sebagai reaksi S_N2. Persamaan reaksi umum substitusi S_N2 adalah sebagai berikut:

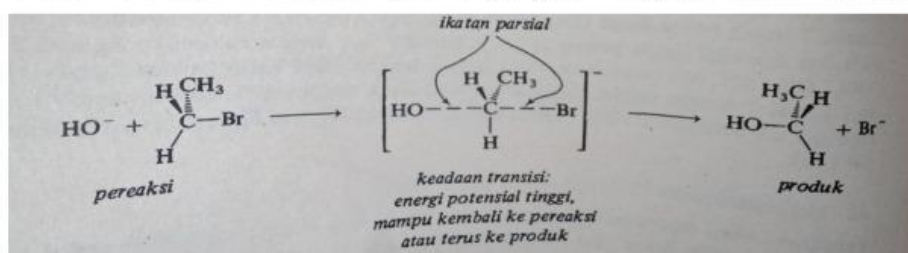


A. Mekanisme reaksi S_N2

Mekanisme reaksi S_N2 ialah proses mekanisme yang dilakukan dalam satu tahap, dimana ketika nukleofil menabrak substrat (atom karbon yang terikat dengan halogen) terjadi 2 peristiwa:

1. Suatu ikatan baru mulai terbentuk
2. Ikatan c-x mulai patah

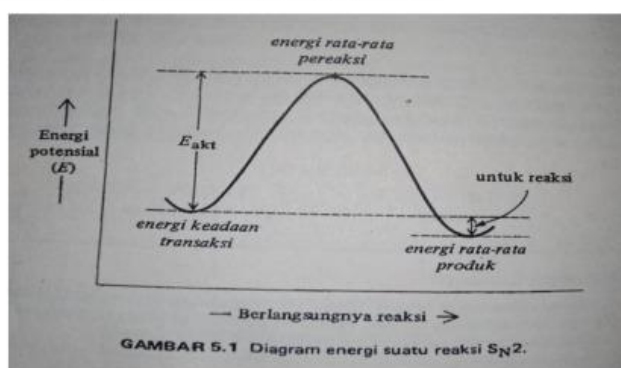
Hal ini disebut proses setahap/serempak (concerted). Jika energi potensial kedua spesi yang bertabrakan cukup tinggi, terjadi pembentukan produk, melewati suatu keadaan antara (keadaan transisi), yang memiliki energi potensial tinggi dibandingkan dengan energi pereaksi atau produk. karena keadaan transisi melibatkan 2 partikel (nukleofilik dan gugus pergi) maka reaksi S_N2 dikatakan bersifat bimolekular karena ada 2 partikel yang terlihat pada keadaan transisi.



Gambar 9: Mekanisme reaksi S_N2

Agar reaksi dapat berlangsung, molekul yang bertumbukan harus memiliki energi yang cukup untuk mencapai keadaan transisi, yaitu kondisi dengan energi maksimum. Energi minimum yang diperlukan untuk mencapai keadaan ini disebut energi aktivasi.

Pada diagram energi reaksi, energi aktivasi ditunjukkan sebagai penghalang energi yang harus dilalui. Setelah melewati puncak energi tersebut, sistem akan bergerak menuju produk yang lebih stabil. Perbedaan energi antara pereaksi dan produk dinyatakan sebagai perubahan entalpi (ΔH).



Gambar 10: Diagram energi reaksi S_N2

B. Laju Reaksi S_N2

$$\text{laju } S_N2 = k[RX][Nu:^-]$$

Dalam persamaan ini, $[RX]$ dan $[Nu^-]$ menyatakan konsentrasi dalam mol per liter masing-masing dari alkil halida dan nukleofil. Tetapan proporsionalitas k disebut tetapan laju (rate constant). Harga k konstan untuk reaksi yang sama pada kondisi eksperimen yang identik (pelarut, temperatur, dan sebagainya).

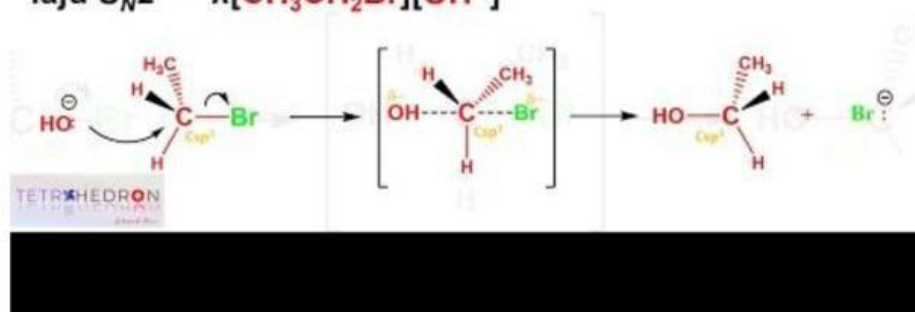
C. Kinetika Reaksi S_N2

Karena laju suatu reaksi S_N2 bergantung pada konsentrasi dari dua partikel (RX dan $Nu:^-$), maka laju itu dikatakan order kedua (second order). Reaksi S_N2 dikatakan mengikuti kinetika order-kedua. (Meskipun reaksi S_N2 juga bimolekular, tidak setiap reaksi bimolekular adalah dari order-kedua dan tidak tiap reaksi order-kedua adalah bimolekular).

Untuk Menambah Pemahaman Kalian Tonton Video Dibawah Ini!

MEKANISME REAKSI SN2

$$\text{laju } S_N2 = k[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}][\text{OH}^\ominus]$$



Kegiatan 2



Gambar 11: Payung normal



Gambar 12: Payung tertiuip angin



Sumber: https://chatgpt.com/s/m_6a1d0da3238881919791088040f189d4



Sumber: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRog_jANchMDB6kRN01jzBCkdVr73kd1qgLw&s

Ketika payung terkena angin yang kuat dari arah berlawanan, bentuk payung dapat terbalik. Peristiwa ini sering digunakan untuk menggambarkan inversi Walden pada mekanisme S_N2 , yaitu perubahan susunan ruang akibat serangan nukleofil dari sisi belakang (backside attack).

Pada reaksi S_N2 , nukleofil menyerang atom karbon dari arah yang berlawanan dengan leaving group. Pada saat yang sama, ikatan baru mulai terbentuk dan ikatan lama mulai terputus sehingga reaksi berlangsung dalam satu tahap (concerted reaction) tanpa pembentukan karbokation sebagai zat antara.

Diskusikan!

1. Berdasarkan ilustrasi payung di atas, analisislah bagaimana analogi payung terbalik dapat menjelaskan terjadinya inversi Walden pada mekanisme S_N2 .

2. Pada mekanisme S_N2 , nukleofil menyerang dari sisi belakang atom karbon. Analisislah mengapa serangan dari sisi belakang lebih memungkinkan terjadi dibandingkan serangan dari sisi yang sama dengan leaving group.