

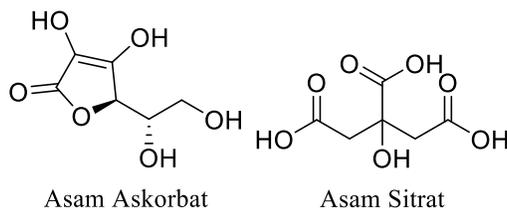
Soal dan Kunci Jawaban
Kimia
Tahap Final



Indonesia Regional Competition (IRC) 2022
Regional Barat

P.1. Kimia dalam *Citrus Limon*

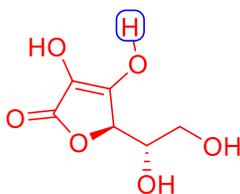
Lemon (*Citrus limon*) adalah buah asli dari benua Asia. Seringkali di restoran, kita menemukan bahwa lemon disajikan bersama dengan teh sebagai teh lemon. Rasa asam dari buah lemon menambah segarnya rasa teh dan langsung menghilangkan dahaga setelah kita meminumnya. Ada dua asam organik yang dikenal baik dalam lemon, yaitu asam askorbat atau juga dikenal sebagai vitamin C dan asam sitrat yang membuat 5 - 8% dari jus lemon.



- a. Lingkari atom hidrogen yang memiliki pK_a yang paling rendah pada senyawa asam askorbat dan asam sitrat, beri penjelasan yang baik mengapa anda memilih atom hidrogen tersebut!

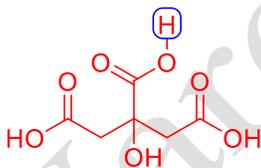
Jawaban [2]

- Asam Askorbat



Jumlah struktur resonansi dari basa konjugat hasil deprotonasi hidrogen yang di lingkari lebih banyak ketimbang hidrogen yang lain.

- Asam Sitrat



Ingat bahwa efek induksi bergantung terhadap jarak (d), gugus alkohol (-OH) yang menempel pada karbon dengan hibridisasi sp^3 akan cenderung memiliki sifat E_wG sehingga semakin dekat jarak C_α -OH maka efek induksi semakin kuat.

Nilai pK_a dari asam askorbat dan sitrat diberikan pada tabel berikut,

	Asam Askorbat	Asam Sitrat
$pK_{a,1}$	4.17	3.13
$pK_{a,2}$	11.60	4.76
$pK_{a,3}$	-	6.40

- b. Penelitian menunjukkan bahwa dalam 100 gram lemon mengandung 53 miligram asam askorbat dan 4.162 gram asam sitrat. Mengingat bahwa massa rata-rata untuk lemon yang relatif besar adalah 84 gram dan berisi 60 ml jus lemon, hitung nilai pH rata-rata untuk lemon. Nyatakan asumsi yang Anda buat!

Jawaban [8]

Karena m_{sitrat} jauh melebihi dari m_{askorbat} maka kita dapat mengabaikan kontribusi asam askorbat dalam pH larutan. Untuk mengetahui nilai pH rata-rata untuk lemon, kita perlu menghitung m_{sitrat} rata-rata pada lemon,

$$\begin{aligned}\bar{m}_{\text{sitrat}} &= \frac{84}{100} \times 4.162 \text{ g} \\ &= 3496.08 \text{ g}\end{aligned}$$

Konsentrasi rata-rata asam sitrat pada lemon adalah,

$$\begin{aligned}[\text{H}_3\text{A}]_0 &= \frac{\bar{m}_{\text{sitrat}}}{Mr_{\text{sitrat}}} \cdot \frac{1}{V_0} \\ &= \frac{3496.08 \text{ g}}{192.14 \text{ g mol}^{-1}} \cdot \frac{1}{60 \text{ mL}} \\ &\approx 0.30 \text{ M}\end{aligned}$$

Konstruksi persamaan *mass balance* dan *charge balance*,

- *Mass Balance*

$$\begin{aligned}[\text{H}_3\text{A}]_0 &= [\text{H}_3\text{A}] + [\text{H}_2\text{A}^-] + [\text{HA}^{2-}] + [\text{A}^{3-}] \\ &= [\text{H}_2\text{A}^-] \left(\frac{[\text{H}^+]}{K_{a,1}} + 1 + \frac{K_{a,2}}{[\text{H}^+]} + \frac{K_{a,2}K_{a,3}}{[\text{H}^+]^2} \right)\end{aligned}$$

- *Charge Balance*

$$\begin{aligned}[\text{H}^+] &= [\text{H}_2\text{A}^-] + 2[\text{HA}^{2-}] + 3[\text{A}^{3-}] \\ &= [\text{H}_2\text{A}^-] \left(1 + \frac{2K_{a,2}}{[\text{H}^+]} + \frac{3K_{a,2}K_{a,3}}{[\text{H}^+]^3} \right)\end{aligned}$$

Rasio antara $[\text{H}_3\text{A}]_0$ dari persamaan *mass balance* dan $[\text{H}^+]$ dari *charge balance* memberikan,

$$[\text{H}_3\text{A}]_0 \left(1 + \frac{2K_{a,2}}{[\text{H}^+]} + \frac{3K_{a,2}K_{a,3}}{[\text{H}^+]^3} \right) = [\text{H}^+] \left(\frac{[\text{H}^+]}{K_{a,1}} + 1 + \frac{K_{a,2}}{[\text{H}^+]} + \frac{K_{a,2}K_{a,3}}{[\text{H}^+]^2} \right)$$

Penyederhanaan persamaan diatas menjadi,

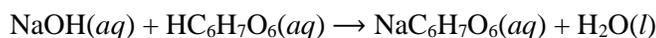
$$\frac{[\text{H}^+]^4}{K_{a,1}} + [\text{H}^+]^3 + (K_{a,2} - [\text{H}_3\text{A}]_0)[\text{H}^+]^2 + K_{a,2}(K_{a,3} - 2[\text{H}_3\text{A}]_0)[\text{H}^+] + 3K_{a,2}K_{a,3}[\text{H}_3\text{A}]_0 = 0$$

Asumsikan bahwa $K_{a,2} - [\text{H}_3\text{A}]_0 \approx -[\text{H}_3\text{A}]_0$ dan $K_{a,3} - 2[\text{H}_3\text{A}]_0 \approx -2[\text{H}_3\text{A}]_0$, maka,

$$\frac{[\text{H}^+]^4}{K_{a,1}} + [\text{H}^+]^3 - [\text{H}_3\text{A}]_0[\text{H}^+]^2 - 2K_{a,2}[\text{H}_3\text{A}]_0[\text{H}^+] + 3K_{a,2}K_{a,3}[\text{H}_3\text{A}]_0 = 0$$

Menyelesaikan polinomial diatas memberikan $[\text{H}^+] = 0.01456 \text{ M}$, maka pH rerata dari jus lemon bernilai 1.84.

- c. Perhatikan reaksi antara natrium hidroksida dengan asam askorbat untuk membentuk garam natrium askorbat.



Asumsikan bahwa semua asam sitrat dan senyawa lain kecuali asam askorbat dari 60 ml jus lemon telah mengalami kristalisasi,

- i. Hitung volume minimum 0,1 M NaOH yang diperlukan untuk menetralkan jus lemon.

Jawaban [3]

Karena satu-satunya asam yang tersisa dalam jus lemon adalah asam askorbat, semua NaOH yang dititrasi akan bereaksi dengan asam askorbat saja.

$$\begin{aligned} \bar{m}_{\text{sitrat}} &= \frac{84}{100} \times 53 \text{ mg} \\ &= 44.52 \text{ mg} \end{aligned}$$

Maka total mol asam askorbat dalam perasan lemon adalah,

$$\begin{aligned} n_{\text{askorbat}} &= \frac{\bar{m}_{\text{askorbat}}}{Mr_{\text{askorbat}}} \\ &= \frac{44.52 \text{ mg}}{176 \text{ g mol}^{-1}} \\ &\approx 0.253 \text{ mmol} \end{aligned}$$

Maka volume NaOH 0,1 M yang diperlukan untuk menetralkan 0.253 mmol asam askorbat dapat dihitung dengan menyamakan mol NaOH dan asam askorbat.

$$\begin{aligned} n_{\text{NaOH}} &= n_{\text{askorbat}} \\ [\text{NaOH}] \cdot V_{\text{NaOH}} &= 0.253 \text{ mmol} \\ V_{\text{NaOH}} &= 2.53 \text{ mL} \end{aligned}$$

- ii. Hitung nilai pH akhir jus lemon pada bagian (i).

Jawaban [6]

Setelah reaksi NaOH dan asam askorbat, semua asam askorbat diubah menjadi natrium askorbat. Pertimbangkan reaksi hidrolisis garam natrium askorbat.



$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-(aq)$ dapat bereaksi sebagai asam dan basa dengan air menurut persamaan reaksi berikut,

- $C_6H_7O_6^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HC_6H_7O_6(aq) + OH^-(aq)$
- $C_6H_7O_6^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_6O_6(aq) + H_3O^+(aq)$

Konstruksi persamaan *mass balance* dan *charge balance*,

- *Mass Balance*

$$[H_2A]_0 = [H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}]$$

- *Charge Balance*

$$[H^+] + [Na^+] = [HA^-] + 2[A^{2-}] + [OH^-]$$

Eliminasi persamaan *charge balance* dengan *mass balance*,

$$\begin{aligned} [H^+] &= [A^{2-}] + [OH^-] - [H_2A] \\ &= \frac{K_{a,2}[HA^-]}{[H^+]} + \frac{K_w}{[H^+]} - \frac{[HA^-][H^+]}{K_{a,1}} \end{aligned}$$

Pada umumnya, $[HA^-] \approx [HA^-]_0$, maka,

$$\begin{aligned} [H^+] &= \frac{K_{a,2}[HA^-]_0}{[H^+]} + \frac{K_w}{[H^+]} - \frac{[HA^-]_0[H^+]}{K_{a,1}} \\ [H^+]^2 &= K_{a,2}[HA^-]_0 + K_w - \frac{[HA^-]_0}{K_{a,1}}[H^+]^2 \\ \left(1 + \frac{[HA^-]_0}{K_{a,1}}\right)[H^+]^2 &= K_{a,2}[HA^-]_0 + K_w \\ [H^+] &= \sqrt{\frac{K_{a,1}K_{a,2}[HA^-]_0 + K_{a,1}K_w}{K_{a,1} + [HA^-]_0}} \end{aligned}$$

Masukkan data yang ke persamaan diatas dan didapatkan bahwa $[H^+] = 1.843 \times 10^{-8}$, maka *pH* akhir dari larutan tersebut adalah 7.73.

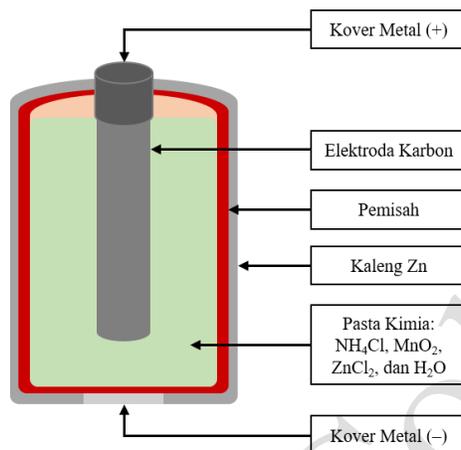
- d. Meskipun air perasan lemon lebih asam dari pada asam asetat, penambahan NaOH akan mengubah nilai pH air perasan lemon secara langsung berbeda dengan asam asetat. Jelaskan fenomena ini.

Jawaban [1]

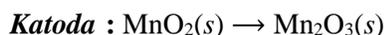
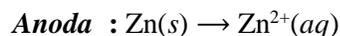
Hal ini dikarenakan prinsip *buffer* yang ada berada pada air perasan lemon, didalam lemon terdapat dua sistem *buffer* sehingga untuk mengubah *pH* dari air perasan lemon cenderung lebih sulit dibanding larutan asam asetat.

P.2. Analisis Kimia dalam Baterai

Baterai sel kering atau baterai primitif adalah baterai sekali pakai karena tidak dapat diisi ulang. Potensial sel untuk sel kering adalah 1.50 volt dan akan berkurang saat kita menggunakan baterai. Detail struktural untuk sel kering ditunjukkan di bawah ini,

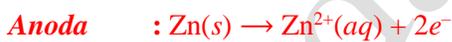


Seng dapat bertindak sebagai anoda dan akan dioksidasi menjadi ion Zn^{2+} , sedangkan pasta kimia yang terdiri dari garam NH_4Cl , garam $ZnCl_2$, MnO_2 , dan H_2O akan bertindak sebagai katoda dan akan mengalami reaksi yang lebih kompleks. Reaksi kimia pada anoda dan katoda ditunjukkan sebagai berikut,



- a. Tuliskan reaksi setimbang pada anoda dan katoda.

Jawaban [2]



- b. Jelaskan kegunaan garam NH_4Cl pada katoda, berikan reaksi kimia jika diperlukan.

Jawaban [2]

Garam NH_4Cl merupakan garam asam sehingga garam NH_4Cl akan bertindak sebagai donator ion H^+ pada katoda.



Karena itulah pada umumnya reaksi di katoda di tuliskan sebagai,



- c. Jelaskan kegunaan garam $ZnCl_2$ pada pasta kimia, berikan reaksi kimia jika diperlukan.

Jawaban [2]

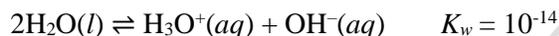
Garam $ZnCl_2$ berguna untuk mengikat ammonia yang dilepaskan dari reaksi di katoda membentuk kompleks $[Zn(NH_3)_2]Cl_2$.



Nilai E_{sel} tergantung pada kondisi di mana reaksi sedang dilakukan, maka E_{sel} untuk reaksi yang berlangsung di media asam mungkin tidak sama dengan E_{sel} ketika reaksi dilakukan dalam media basa. Perhitungan total energi bebas Gibbs (ΔG) diperlukan untuk menghitung E_{sel} dari suatu reaksi.

d. Diketahui bahwa potensial reduksi standar MnO_2 dalam suasana asam tidak sama dengan potensial reduksi standar MnO_2 dalam suasana basa.

i. Reaksi kesetimbangan air dalam suhu 298.15 K diberikan sebagai berikut,



Hitunglah nilai E_{sel} dari reaksi kesetimbangan air pada suhu 298.15 K.

Jawaban [6]

Menggunakan persamaan energi bebas Gibbs,

$$\Delta_r G = \Delta_r G^\ominus + RT \ln Q$$

Pada kondisi setimbang, $\Delta_r G = 0$, maka,

$$\Delta_r G^\ominus = -RT \ln K_{eq}$$

Untuk kesetimbangan air,

$$\begin{aligned} \Delta_r G^\ominus &= -RT \ln K_w \\ &= 79867.5 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Energi bebas Gibbs juga berkorelasi dengan potensial reduksi sel menurut persamaan berikut,

$$\Delta_r G^\ominus = -nFE_{sel}^\ominus$$

Menggunakan data bahwa disosiasi air memiliki $\Delta_r G^\ominus = 79867.5 \text{ kJ}$, maka didapatkan bahwa $E_{sel}^\ominus = -0.827 \text{ V}$ untuk disosiasi air.

ii. Menggunakan informasi pada bagian (i), tentukan potensial reduksi standar $MnO_2(s)$ menjadi $Mn_2O_3(s)$ pada suasana basa. Diketahui bahwa potensial reduksi standar dari ion $Zn^{2+}(aq)$ menjadi $Zn(s)$ adalah -0.76 V .

Jawaban [8]

Pertama, kita perlu menghitung E_{sel} untuk reduksi MnO_2 menjadi Mn_2O_3 dalam suasana asam. E_{sel} untuk pengurangan yang diinginkan dapat diperoleh dari data potensial sel yang disediakan dari sel kering dan potensial reduksi standar dari ion Zn^{2+} .

$$\begin{aligned} E_{sel}^\ominus &= E_{red}^\ominus - E_{oks}^\ominus \\ 1.5 &= E_{red}^\ominus - (-0.76) \\ E_{red}^\ominus &= 0.74 \text{ V} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa potensial reduksi MnO_2 menjadi Mn_2O_3 adalah +0,74 V pada kondisi asam. Sekarang mari kita tinjau kedua reaksi reduksi dari MnO_2 dan reaksi disosiasi air.

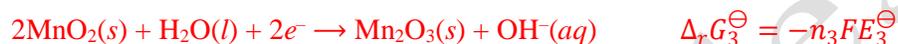
- o Reduksi MnO_2 menjadi Mn_2O_3



- o Kesetimbangan H_2O



Menambahkan disosiasi air dan reaksi reduksi MnO_2 menjadi Mn_2O_3 akan menghasilkan reaksi yang diinginkan, yaitu reaksi reduksi MnO_2 menjadi Mn_2O_3 pada kondisi basa.



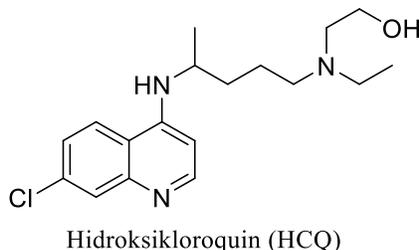
Dengan hukum 1 termodinamika,

$$\begin{aligned} \Delta_r G_3^\ominus &= \Delta_r G_1^\ominus + \Delta_r G_2^\ominus \\ -n_3 F E_3^\ominus &= -n_1 F E_1^\ominus - n_2 F E_2^\ominus \\ E_3^\ominus &= \frac{n_1 E_1^\ominus + n_2 E_2^\ominus}{n_3} \end{aligned}$$

Masukan nilai n_1, n_2 , dan n_3 berdasarkan jumlah muatan/elektron yang tertransfer dan nilai E_1^\ominus serta E_2^\ominus ke persamaan diatas dan didapatkan bahwa $E_3^\ominus = +0.327 \text{ V}$.

P.3.Sintesa HCQ

Hydroxychloroquine (HCQ) atau juga dikenal sebagai plaquenil adalah salah satu obat yang diuji untuk mengobati COVID-19. Struktur hydroxychloroquine disediakan di bawah ini,



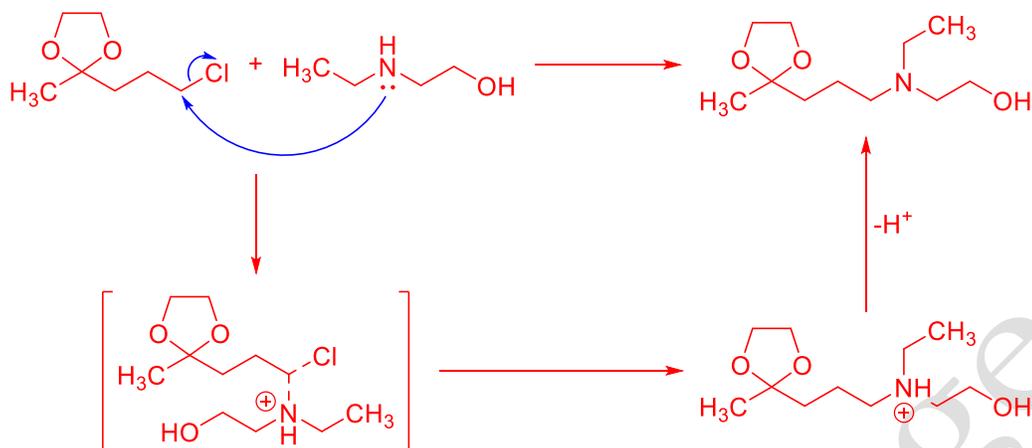
Skema sintesis senyawa HCQ diberikan sebagai berikut,

Tahap 1	
Tahap 2	
Tahap 3	
Tahap 4	

- a. Gambarkan mekanisme reaksi pada reaksi di tahap 1 secara detil, sugestikan medium reaksi (solvent) yang baik untuk reaksi tersebut.

Jawaban [4]

Reaksi pada tahap 1 merupakan reaksi substitusi nukleofilik dengan orde reaksi dua (S_N2) sehingga medium yang cocok untuk reaksi pada tahap 1 merupakan solvent polar aprotik seperti aseton.



Catatan Nilai penuh akan diberikan jika dan hanya jika struktur *transition state* digambarkan oleh siswa.

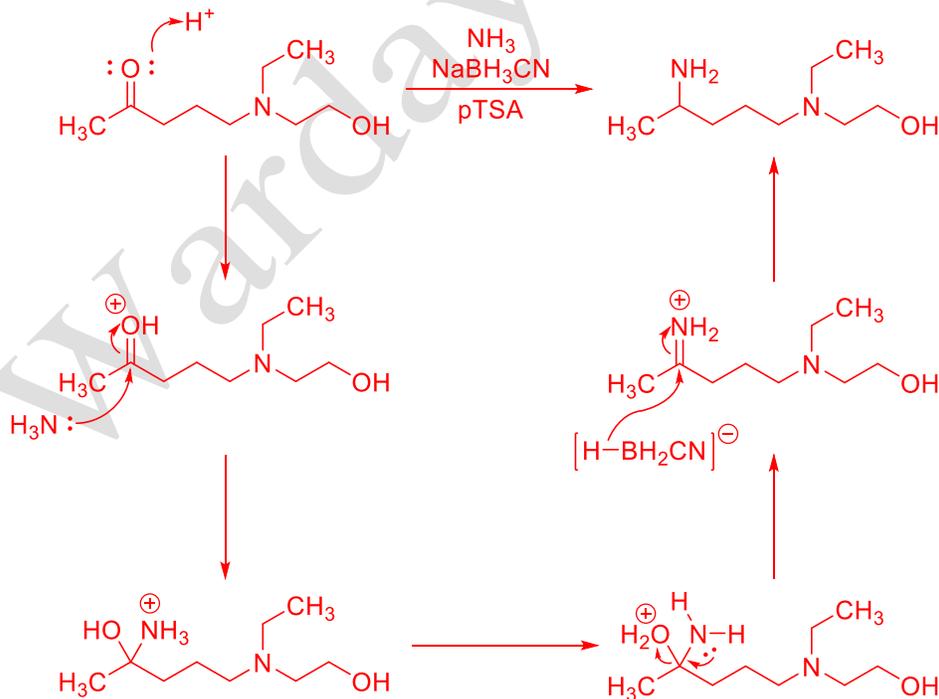
- b. Jelaskan mengapa pasangan elektron bebas pada nitrogen di senyawa 2-(etilamino)etan-1-ol yang akan melakukan penyerangan ke elektrofil dibandingkan dengan elektron bebas pada oksigen.

Jawaban [1]

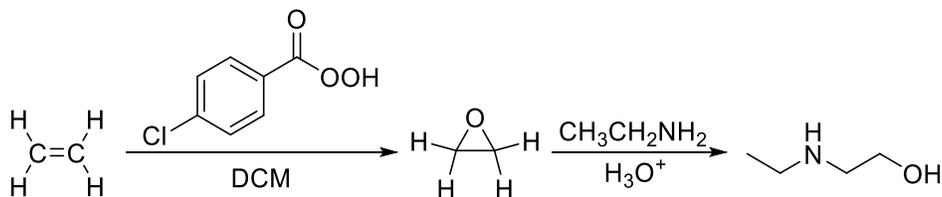
Gugus amino memiliki sifat nukleofilik yang lebih tinggi dibandingkan dengan gugus alkohol karena perbedaan elektronegativitas oksigen dan nitrogen, selain itu, nitrogen pada molekul 2-(etilamino)etan-1-ol diinduksi oleh dua gugus alkil yang membuatnya lebih sebagian negatif.

- c. Gambarkan mekanisme untuk reaksi pada tahap 3.

Jawaban [4]



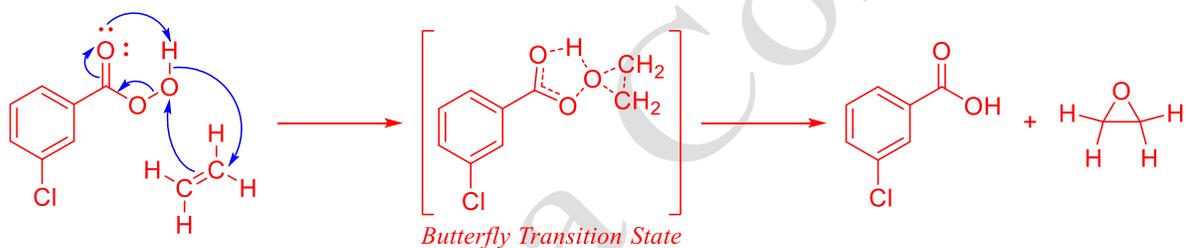
Sebelum melakukan sintesis hidrosiklorokuin, terlebih dahulu kita harus menyiapkan beberapa senyawa, salah satunya adalah senyawa 2-(etilamino)etan-1-ol. Skema sintesis di bawah ini adalah salah satu dari beberapa metode yang dapat digunakan untuk mensintesis 2-(etilamino)etan-1-ol.



- d. Gambarkan mekanisme reaksi antara etena dengan asam *m*-kloroperbenzoik.

Jawaban [6]

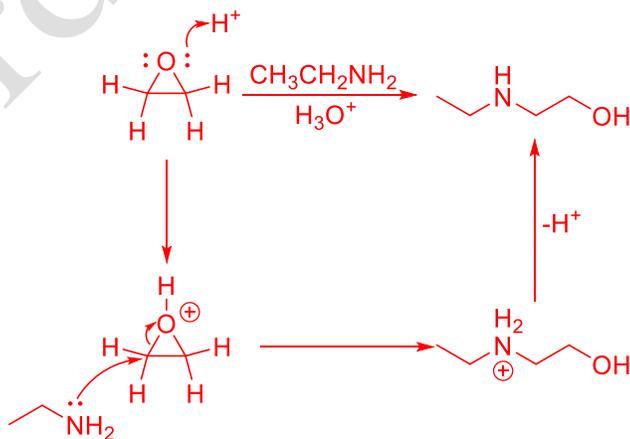
Reaksi antara senyawa alkena dengan asam *m*-kloroperbenzoik disebut juga sebagai reaksi *Prilezhaev*. Gugus peroksida pada senyawa *m*CPBA akan mengtransferkan salah satu atom oksigen ke senyawa alkena melalui *butterfly transition state*. Mekanisme reaksi *Prilezhaev* antar senyawa etena dengan *m*CPBA dijabarkan pada gambar berikut.



Catatan Nilai penuh akan diberikan jika dan hanya jika struktur *butterfly transition state* digambarkan oleh siswa.

- e. Gambarkan mekanisme reaksi antara senyawa oksirena dengan etilamin dalam kondisi asam.

Jawaban [3]



- f. Diberikan dua reaksi sebagai berikut,

No	Skema Reaksi	Konstanta Laju Reaksi

1		k_H
2		k_D

Diketahui bahwa kedua reaksi diatas berorde dua, jelaskan apakah nilai k_H lebih besar dibandingkan k_D atau sebaliknya.

Jawaban [2]

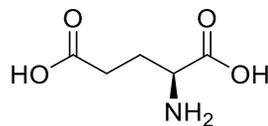
Nilai k_D akan bernilai lebih kecil (reaksi lebih lambat) karena energy ikatan antara C-D lebih besar dibandingkan C-H. Hal ini dapat di tinjau dengan menghitung ZPE dari C-D dan C-H,

$$E_0 = \frac{h}{4\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \text{ dimana } \mu = \frac{m_a m_b}{m_a + m_b}$$

P.4.Kimia Bahan Dasar Tempe dan Tahu

Kacang kedelai, *Glycine max*, adalah kacang-kacangan asli Asia Timur. Ini pertama kali dibudidayakan di Cina lebih dari 5000 bertahun-tahun lalu. Kacang memiliki banyak kegunaan kuliner, termasuk minyak kedelai, kecap, susu kedelai, dofu dan TVP (*textured vegetable protein* yang terbuat dari tepung kedelai).

- Kecap asin dihasilkan dari fermentasi kacang kedelai oleh jamur *Aspergillus oryzae*. Rasa asin yang khas pada kecap asin disebabkan oleh garam asam glutamat yang terbentuk selama fermentasi.

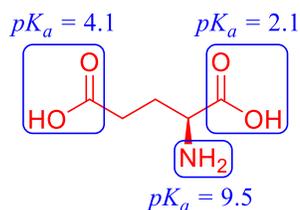


Asam Glutamat

Diketahui bahwa asam glutamat memiliki 3 nilai pK_a yaitu 2.1, 4.1, dan 9.5.

- Asosiasikan ketiga nilai pK_a tersebut dalam gugus fungsi yang terkandung dalam asam glutamat.

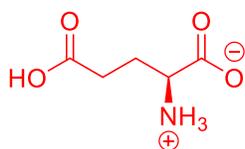
Jawaban [2]



ii. Gunakan nilai pK_a pada bagian (i) untuk menunjukkan spesies utama yang ada dalam larutan glutamate pada kondisi,

- $pH = 3.1$

Jawaban [1]



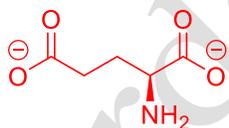
- $pH = 7.4$

Jawaban [1]



- $pH = 10.2$

Jawaban [1]



b. Tahu dibuat dengan mengentalkan susu kedelai kemudian menekan dadih di antara kain halus untuk mengeluarkan sebagian besar kelembaban. Agen koagulasi yang telah digunakan antara lain garam, asam atau enzim tertentu. Koagulasi terjadi karena denaturasi protein dalam susu kedelai.

i. Aspek apa dari struktur protein yang diubah selama koagulasi, dan mengapa hal ini terjadi.

Jawaban [2]

Struktur sekunder dan tersier dari protein akan teralterasi sedangkan struktur primer dari protein tidak mengalami perubahan. Ikatan kovalen dan ikatan intermolekuler yaitu ikatan hidrogen akan terputus.

Garam kalsium seperti CaSO_4 dan CaCl_2 sering digunakan untuk memproduksi tahu.

ii. Jelaskan bagaimana ion Ca^{2+} dapat berinteraksi dengan protein untuk menyebabkan denaturasi.

Jawaban [2]

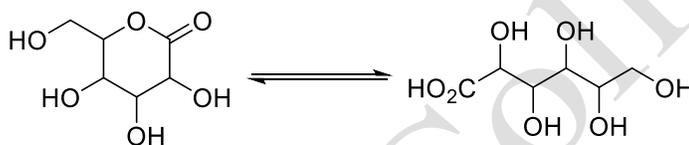
Ion Ca^{2+} dapat berinteraksi dengan protein melalui efek elektrostatik antar muatan membentuk suatu senyawa yang memiliki efek kelat (*chelation*).

- iii. Sarankan bagaimana asam lemah dapat berinteraksi dengan protein untuk menyebabkan denaturasi.

Jawaban [1]

Asam yang lemah dapat merusak ikatan hidrogen dalam struktur sekunder dan tersier protein, hidrolisis juga berkemungkinan terjadi memecah rantai protein.

Penambahan asam D-Glukonik- δ -laktone (GDL) pada susu kedelai menghasilkan bentuk tahu yang lembut karena pengasaman campuran. Dalam larutan berair, kesetimbangan berikut diatur secara perlahan.



Ketika 1.0 gram GDL ($M_r = 178$) dilarutkan dalam 50 mL air dan larutan dibiarkan mencapai kesetimbangan, konsentrasi asam glukonat ditemukan sebesar 0.067 M.

- iv. Diketahui bahwa $[\text{H}_2\text{O}] = 55.5 \text{ M}$, hitunglah nilai K_c untuk reaksi kesetimbangan antara GDL dengan asam glukonat.

Jawaban [4]

Untuk mencari K_c reaksi tersebut, kita perlu menghitung konsentrasi awal dari senyawa GDL yang dilarutkan kedalam air.

$$[\text{GDL}]_0 = \frac{1.0 \text{ g}}{178 \text{ g mol}^{-1}} \cdot \frac{1}{50 \text{ mL}}$$

$$= 0.1124 \text{ M}$$

Setelah mendapatkan nilai konsentrasi awal dari GDL, kita akan menghitung konsentrasi GDL saat kesetimbangan,

$$[\text{GDL}]_{eq} = 0.0454 \text{ M}$$

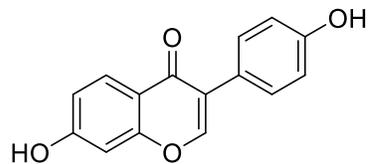
$$[\text{AGI}]_{eq} = 0.0670 \text{ M}$$

Eksresi K_c untuk reaksi kesetimbangan GDL menjadi asam glukonat,

$$K_c = \frac{[\text{AGI}]_{eq}}{[\text{GDL}]_{eq}}$$

$$= 1.476$$

- c. Kacang kedelai, dan terutama tahu yang dibuat darinya, merupakan sumber isoflavenoid yang baik, yang diklaim dapat membantu dalam pencegahan beberapa jenis kanker. Isoflavenoid utama dalam kedelai adalah diadzein.

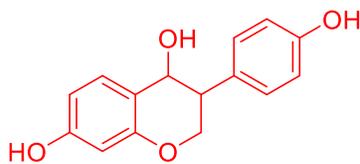


Diadzein

Ketika diadzein direaksikan dengan gas H_2 dengan adanya katalis Nikel, senyawa **F**, $C_{15}H_{14}O_4$ terbentuk dan diketahui bahwa satu mol dari senyawa **F** dapat bereaksi dengan tiga mol logam natrium. Senyawa **F** juga larut dalam NaOH. Senyawa **F** bereaksi dengan kalium dikromat membentuk senyawa **G**, $C_{15}H_{12}O_4$, yang menghasilkan endapan jingga dengan pereaksi 2,4-DNPH. Berikan rumus struktur senyawa **F** dan **G** serta identifikasi atom karbon kiral pada kedua senyawa tersebut.

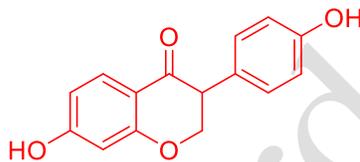
Jawaban [6]

Senyawa F



Rumus Molekul: $C_{15}H_{14}O_4$

Senyawa G



Rumus Molekul: $C_{15}H_{12}O_4$

P.5. Detektif Kimia

Gas **W** dengan massa jenis 1.50 gL^{-1} (pada 273 K dan 1 atm) dilewatkan melalui larutan tidak berwarna mengandung 1.00 g garam anorganik **X** yang memberikan uji nyala ungu. Setelah melewati larutan garam anorganik **X**, densitas gas **W** berkurang menjadi 1.43 gL^{-1} (pada 273 K dan 1 atm) tetapi memiliki volumenya tetap. Penguapan larutan yang diperoleh menghasilkan 1.289 g bubuk putih **Y** yang dapat juga diperoleh dengan oksidasi **X**. Jika gas awal dilewatkan melalui larutan **X** yang dalam adanya pati maka akan muncul warna ungu.

- a. Identifikasikan, berikan struktur, dan rasio senyawa kimia yang terkandung pada gas **W**.

Jawaban [4]

Menggunakan rumus gas ideal untuk mencari M_r dari gas **W** pada mula-mula,

$$pV = nRT$$

$$M_r = \frac{\rho RT}{p}$$

Didapatkan bahwa,

$$\begin{aligned} M_r &= \frac{1.50 \text{ gL}^{-1} \cdot 0.082 \text{ atm M}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} \\ &= 33.579 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

Setelah melewati larutan garam anorganik **X**,

$$\begin{aligned} M_r &= \frac{1.43 \text{ gL}^{-1} \cdot 0.082 \text{ atm M}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} \\ &= 32.012 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

Komponen gas kedua adalah gas ozon (O_3) untuk menghitung jumlah persen proposi gas dalam **W** maka,

$$\begin{aligned} \chi_{\text{O}_2} M_{r,\text{O}_2} + (1 - \chi_{\text{O}_2}) M_{r,\text{O}_3} &= 33.579 \\ 32\chi_{\text{O}_2} + (1 - \chi_{\text{O}_2}) 48 &= 33.579 \\ 48 - 16\chi_{\text{O}_2} &= 33.579 \end{aligned}$$

Maka didapatkan $\chi_{\text{O}_2} = 90.13\%$ dan $\chi_{\text{O}_3} = 9.87\%$.

- b. Tentukan rumus kimia untuk senyawa **X** dan **Y** serta jabarkan reaksi kimia dalam proses identifikasi senyawa **X** dan **Y**.

Jawaban [6]

Garam X

Diketahui bahwa warna nyala dari garam **X** berwarna ungu yang menunjukkan adanya kalium pada garam **X**. Pewarnaan ungu pada pati mengindikasikan adanya iodin pada garam **X**, maka dapat disimpulkan bahwa garam **X** dapat berupa kalium iodida (KI).

Garam Y

Untuk menentukan garam **Y** kita dapat menggunakan stoikiometri reaksi sederhana,



Mol garam **X**,

$$\begin{aligned} n(\text{X}) &= \frac{1.00 \text{ g}}{166 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.006024 \text{ mol} \end{aligned}$$

Maka mol dari garam **Y**,

$$\begin{aligned} n(\text{Y}) &= n(\text{X}) \\ \frac{1.289 \text{ g}}{M_{r,\text{Y}}} &= 0.006024 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$M_{r,Y} \approx 214 \text{ g mol}^{-1}$$

Berdasarkan data $M_{r,Y}$ didapatkan bahwa garam **Y** merupakan KIO_3 .

- c. Berikan reaksi ion bersih antara $\text{X}(aq)$ dan $\text{Y}(aq)$ di dalam kondisi asam (medium air).

Jawaban [2]



- d. Dalam media asam dari larutan **Y**, kristal putih garam **Z** yang mengandung 24.6% oksigen mengalami kristalisasi. Berikan rumus senyawa **Z**.

Jawaban [8]

Garam **Z** mengandung 24.6% oksigen, diketahui bahwa garam **Y** memiliki 3 atom oksigen maka,

$$\frac{(3 + x) \times 16 \text{ g mol}^{-1}}{(214 + y) \text{ g mol}^{-1}} \times 100\% = \% \text{Oksigen}$$

$$\frac{48 + 16x}{214 + y} = 0.246$$

$$16x - 0.246y = 4.644$$

Nilai x harus merupakan bilangan bulat, maka kita menggunakan metode uji-coba nilai x agar nilai y lebih besar dari massa molar ion periodat yaitu 174,

iii. $x = 1$, maka $y = 46.163$ ($y \leq 174$)

iv. $x = 2$, maka $y = 111.203$ ($y \leq 174$)

v. $x = 3$, maka $y = 176.243$ (Massa *counter cation* dari ion $\text{IO}_3^- = 2.24 \rightarrow \text{Hidrogen}$)

Maka garam **Z** adalah $\text{KIO}_3 \cdot \text{HIO}_3$. Struktur dari anion garam **Z** dapat digambarkan sebagai berikut,

