



OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2019

Manado, 30 Juni - 6 Juli 2019



Kimia

Ujian Teori

Waktu: 180 menit

SOAL

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS**

2019



Petunjuk:

1. Isilah Biodata anda dengan lengkap (di lembar Jawaban)
Tulis dengan huruf cetak dan jangan disingkat !
2. Soal Teori ini terdiri dari **7 halaman berisi soal** yang terdiri dari:

Tujuh (7) soal esai:

Soal 1 = 30 poin

Soal 2 = 31 poin

Soal 3 = 20 poin

Soal 4 = 18 poin

Soal 5 = 22 poin

Soal 6 = 29 poin

Soal 7 = 30 poin

Total = 180 poin

3. Tidak ada ralat soal.
4. Waktu yang disediakan: **180 menit**.
5. Semua jawaban harus ditulis di lembar jawaban yang tersedia.
6. Jawaban soal esai harus dikerjakan dalam kotak yang tersedia (jawaban tidak boleh tersebar).
7. Diberikan Tabel Periodik Unsur beserta informasi Tetapan dan Rumus.
8. Gunakan kalkulator yang telah disediakan.
9. Tidak diperbolehkan membawa *Hand Phone* (HP) atau peralatan komunikasi lainnya.
10. Anda dapat mulai bekerja bila sudah ada tanda mulai dari pengawas.
11. Anda harus segera berhenti bekerja bila ada tanda berhenti dari Pengawas.
12. Letakkan jawaban anda di meja sebelah kanan dan segera meninggalkan ruangan.
13. ***Anda dapat membawa pulang soal ujian ini.***



Tabel Perioda Unsur

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1 H 1.008	2 He 4.003	3 Li 6.941	4 Be 9.012	5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18	11 Na 22.99	12 Mg 24.31	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 Nh (284)	114 Fl (289)	115 Uup (288)	116 Lv (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)

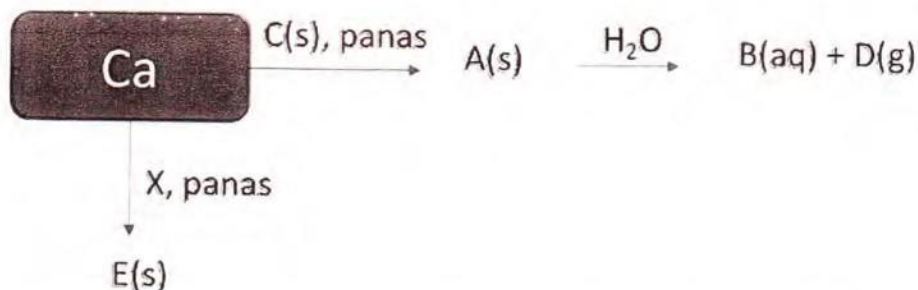
58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

Tetapan dan Rumus

Bilangan Avogadro	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ partikel.mol ⁻¹
Tetapan gas universal, R	$R = 0,08205$ L.atm/mol.K = $8,3145$ L.kPa/mol.K = $8,3145 \times 10^7$ erg/mol.K = $8,314$ J/mol.K = $1,987$ kal/mol.K = $62,364$ L.torr/mol.K
Tekanan gas	1 atm = 101,32 kPa = 760 mmHg = 760 torr = 101325 Pa = 1,01325 bar ; 1 torr = 133,322 Pa ; 1 bar = 10 ⁵ Pa 1 Pa = 1 N/m ² = 1 kg/(m.s ²)
Volume gas ideal (S,T,P)	22,4 liter/mol = 22,4 dm ³ /mol
Persamaan gas Ideal	$PV = nRT$
Tekanan Osmosis pada larutan	$\pi = M RT$
Tetapan Kesetimbangan air (K_w) pada 25°C	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
Tetapan kesetimbangan dan tekanan parsial gas	$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$
Persamaan van't Hoff , Temperatur , entalpi dan Tetapan kesetimbangan	$\ln K = \frac{-\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T} \right) + \text{tetapan}$ $\ln \left(\frac{K_2}{K_1} \right) = - \left(\frac{\Delta H^\circ}{R} \right) - \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$
Hubungan Entalpi dan Energi Dalam	$H = E + PV$
Hubungan Entalpi dan Energi Dalam pada tekanan tetap	$\Delta H = \Delta E + \Delta(PV)$
Kerja maksimum, w	$w = \Delta nRT$
Energi Gibbs pada suhu tetap	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
Hubungan tetapan kesetimbangan dan energi Gibbs	$\Delta G^\circ = -RT \ln K$
Isoterm reaksi kimia	$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \cdot \ln Q$
Potensial sel dan energi Gibbs	$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$
Tetapan Faraday	$F = 96500$ C/mol elektron
Persamaan Nernst	$E_{sel} = E_{sel}^\circ - \left(\frac{RT}{nF} \right) \ln Q$ atau $E_{sel} = E_{sel}^\circ - \left(2,303 \frac{RT}{nF} \right) \log Q$
Hubungan tetapan kesetimbangan dan potensial sel	$E_{sel}^\circ = \frac{RT}{nF} \ln K$
Muatan elektron	$1,6022 \times 10^{-19}$ C
Ampere (A) dan Coulomb (C)	$A = C/\text{det}$
Reaksi orde pertama: A → B	$\text{laju} = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]; [A]_t = [A]_0 e^{-kt}$
Reaksi orde kedua: A → B	$\text{laju} = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2; \frac{1}{[A]_t} = -kt + \frac{1}{[A]_0}$
Tetapan laju dan temperatur	$\ln \left(\frac{k_2}{k_1} \right) = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

Soal 1. Kimia Unsur Kalsium**(30 poin)**

Kalsium merupakan unsur golongan logam alkali tanah dengan kelimpahan terbanyak kelima yang ada di bumi. Kalsium merupakan mineral yang sangat penting dalam tubuh manusia dan hewan terutama sebagai penyusun tulang dan gigi. Logam kalsium termasuk logam aktif yang mudah bereaksi dengan air membentuk gas hidrogen. Selain itu logam kalsium dapat direaksikan menghasilkan senyawa **A**, **B**, **C** dan **D** melalui skema berikut ini:



Senyawa **A** sering dikenal dengan nama dagang karbit. Senyawa **B** dan **D** dapat dihasilkan ketika senyawa **A** direaksikan dengan air dalam suatu wadah tertutup bervolume 1 L. Senyawa **E** dapat dibuat langsung dari logam kalsium yang direaksikan dengan gas **X**. Senyawa **E** sangat higroskopis dan sering digunakan sebagai pengering atau penarik air.

- Tentukan senyawa **A**, **B**, **D**, **E** dan **X**. **(10 poin)**
- Tuliskan persamaan reaksi pembentukan **A**, **B** dan **D**, dan **E**. **(8 poin)**

Pada pembentukan gas **D**, pada akhir reaksi tekanan gas yang terukur dalam wadah tersebut adalah 727 mmHg pada 25 °C. Jika tekanan uap air murni pada temperatur 25°C adalah 23,8 mmHg.

- Berapakah jumlah gas **D** yang terbentuk? (dalam gram) **(4 poin)**

Pengukuran terhadap tekanan gas yang dihasilkan diukur pada waktu tertentu seperti berikut

t (menit)	0	20	40	60	80	100
P (mmHg) gas D	0	326	495	577	619	639

- Buatlah grafik hubungan antara tekanan dan waktu yang mengindikasikan orde reaksi. Tentukan orde reaksi pembentukan gas **D**, serta nilai tetapan laju reaksi, *k* beserta satuannya yang tepat. **(8 poin)**

Catatan: orde reaksi H₂O dianggap konstan karena jumlahnya yang melimpah.

Soal 2 . Termodinamika Besi Oksida dan Besi Karbonat**(31 poin)**

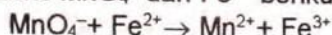
Unsur besi di alam terdapat dalam bentuk oksida dan karbonat, seperti hematit (Fe_2O_3), magnetit (Fe_3O_4) dan siderit (FeCO_3). Ketiga senyawa tersebut dapat direaksikan dengan karbon monoksida menghasilkan logam besi. Jika diketahui data termodinamika berikut:

	$\Delta H_f(25^\circ\text{C})$ kJ/mol	$S^\circ(25^\circ\text{C})$ J/mol. K
Fe_2O_3	-824	87
Fe_3O_4	-1118	146
FeCO_3	-741	93
Fe	0	27
CO	-111	198
CO_2	-394	214

- Tuliskan tingkat/bilangan oksidasi besi dan konfigurasi elektron ion besi dalam ketiga sumber alam tersebut. **(3 poin)**
- Tuliskan persamaan reaksi setara hematit, magnetit dan siderit masing-masing dengan gas karbon monoksida agar dihasilkan logam besi. **(6 poin)**
- Hitung perubahan energi bebas Gibbs standar ΔG° per mol besi dari ke tiga reaksi di atas. Dari hasil perhitungan tersebut, jelaskan sumber alam apa yang paling efisien untuk mendapatkan logam besi. **(9 poin)**
- Cara lain untuk mendapatkan besi adalah dengan mengubah hematit menjadi magnetit karena magnetit mudah dipisahkan dari oksida lainnya dengan menggunakan magnet. Magnetit yang terbentuk diubah menjadi oksida besi(II) setelah itu oksida besi(II) direduksi menjadi logam besi.
 - Tuliskan persamaan reaksi setara hematit dengan gas karbon monoksida menjadi magnetit kemudian hitung entalpi standar reaksi ini. **(5 poin)**
 - Tuliskan pula persamaan reaksi setara magnetit dengan gas karbon monoksida menjadi oksida besi(II). Diketahui entalpi standar reaksi ini adalah 18 kJ per mol magnetit. **(3 poin)**
 - Dari data tersebut, tuliskan reaksi oksida besi(II) dengan karbon monoksida menjadi logam besi dan hitung entalpi standar reaksi ini. **(5 poin)**

Soal 3. Kinetika Reaksi Redoks**(20 poin)**

Laju reaksi redoks MnO_4^- dan Fe^{2+} berikut dipengaruhi oleh konsentrasi H^+ atau pH larutan.



Untuk mengetahui kebergantungan laju reaksi pada $[\text{H}^+]$, reaksi tersebut dilakukan pada temperatur tertentu dengan konsentrasi awal $[\text{MnO}_4^-] = [\text{Fe}^{2+}] = 1,0 \text{ M}$ dan $[\text{H}^+] = 0,02 \text{ M}$. Perubahan pH pada reaksi tersebut diamati pada berbagai waktu. Data yang diperoleh dicatat pada tabel berikut.

t (detik)	0	20	40	60	80	100
pH	2,0	2,74	3,48	4,22	4,96	5,70

- Setarakan persamaan reaksi redoks tersebut dalam suasana asam. **(3 poin)**
- Andaikan orde reaksi tersebut terhadap $[\text{MnO}_4^-]$, $[\text{Fe}^{2+}]$ dan $[\text{H}^+]$ masing-masing adalah m , n dan p . Tuliskan hukum laju reaksi tersebut yang dinyatakan sebagai laju berkurangnya konsentrasi $[\text{H}^+]$ atau $r = -\frac{d[\text{H}^+]}{dt}$. **(3 poin)**
- Dari hukum laju pada jawaban b, turunkan satu persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai p menggunakan data pada tabel di atas. Tuliskan pendekatan atau penyederhanaan yang diperlukan. **(6 poin)**
- Tentukan nilai p . **(4 poin)**
- Hitung tetapan laju (k) reaksi redoks tersebut beserta satuannya yang tepat. **(4 poin)**

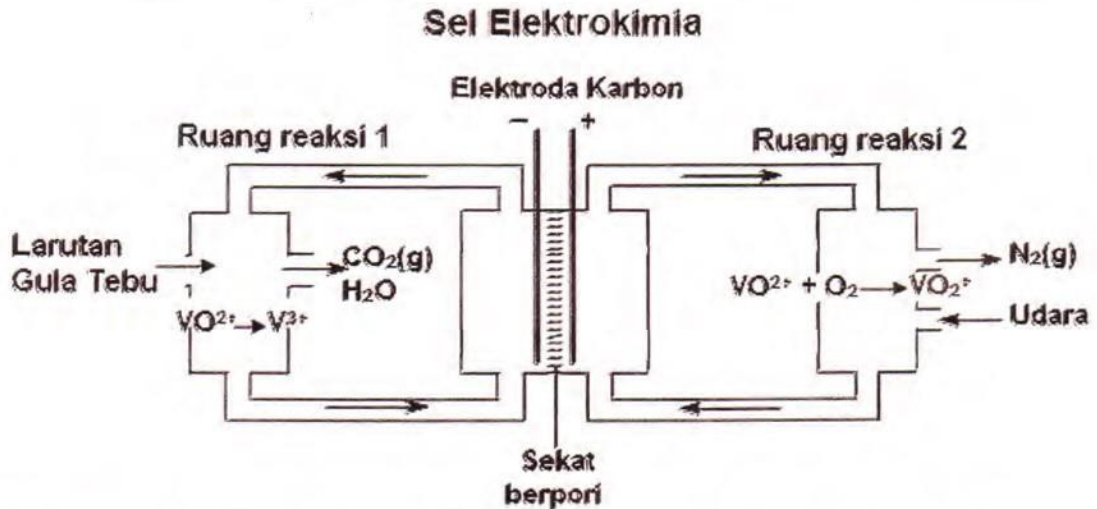
Soal 4. Kimia Pisang Hijau**(18 poin)**

Pisang hijau adalah salah satu jajanan khas Manado, dinamai demikian karena komponen utama pada makanan ini adalah potongan pisang yang berwarna hijau. Warna hijau diperoleh dengan menambahkan zat pewarna yang secara tradisional yang diperoleh dari bahan-bahan alami. Pigmen warna hijau juga dapat berupa senyawa anorganik misalnya tembaga hidrogenarsenit (CuHAsO_3). Tetapi pigmen ini tidak boleh digunakan sebagai bahan makanan. Ion HAsO_3^{2-} dihasilkan dari ionisasi asam arsenit H_3AsO_3 yang merupakan asam lemah dengan tetapan ionisasi K_{a1} dan K_{a2} berturut-turut $6,0 \times 10^{-10}$ dan $3,0 \times 10^{-14}$. Asam arsenit dapat dibuat dengan mereaksikan arsen(III) oksida.

- Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi jika arsen(III) oksida dilarutkan ke dalam air. **(3 poin)**
- Arsen(III) oksida bersifat asam. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi jika oksida ini ditambahkan ke dalam larutan NaOH . **(3 poin)**
- Karena sifat asamnya yang sangat lemah, asam arsenit bertindak sebagai basa ketika bereaksi dengan asam sulfat. Tuliskan persamaan reaksi yang setara jika asam arsenit ditambahkan ke dalam cairan asam sulfat. **(3 poin)**
- Tuliskan persamaan reaksi yang menunjukkan larutan CuHAsO_3 dalam air bersifat basa. **(3 poin)**
- Hitung pH larutan CuHAsO_3 $0,10 \text{ M}$. Tuliskan penyederhanaan yang Anda lakukan dalam perhitungan ini. **(6 poin)**

Soal 5. Sel Bahan Bakar Gula Tebu dengan Elektrolit Aliran Ion Vanadium (22 poin)

Sel bahan bakar gula tebu adalah sel elektrokimia yang terdiri dari dua ruang reaksi yang mengandung aliran larutan elektrolit ion VO^{2+} dalam asam kuat. Bila terjadi aliran listrik, ion VO^{2+} direduksi oleh gula tebu ke tingkat oksidasi +3 dalam Ruang Reaksi 1 dan di Ruang Reaksi 2 ion VO^{2+} dioksidasi oleh oksigen ke tingkat oksidasi +5. Diagram sel bahan bakar gula tebu ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Pada awalnya kedua ruang reaksi masing-masing ruang reaksi mengandung larutan ion VO^{2+} dalam asam kuat.

- Dalam Ruang Reaksi 1, VO^{2+} direduksi menjadi V^{3+} , gula tebu dioksidasi menjadi H_2O dan CO_2 oleh VO^{2+}
- Dalam Ruang Reaksi 2, VO^{2+} dioksidasi oleh oksigen membentuk VO_2^+ .

Larutan V^{3+} dan VO_2^+ dipompakan ke dalam setengah sel dari sel elektrokimia. Dalam ruang reaksi, masing-masing mengalami reaksi sebagai elektrolit pada elektroda *inert* (karbon). Bila terjadi aliran listrik mengalir, ion VO_2^+ terbentuk kembali dan dipompakan balik ke ruang reaksi.

- a. Tuliskan persamaan setara reaksi di Ruang Reaksi 1. (3 poin)
- b. Hitunglah volume udara (15 °C, 1 Atm) paling sedikit yang harus dipompakan ke Ruang Reaksi 2 bila pada saat yang sama telah digunakan sebanyak 10 g gula tebu dalam Ruang Reaksi 1 (udara mengandung 20,95% volume oksigen). (5 poin)

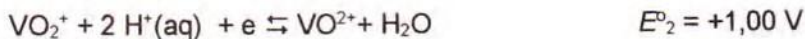
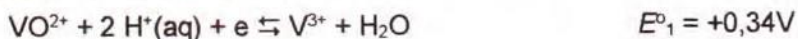
Anggaplah bahwa pada awalnya di dalam sel hanya mengandung spesi ion VO^{2+} dengan konsentrasi 2,00 mol/L, dan kedua ruang reaksi mempunyai ukuran yang sama dan temperatur dijaga tetap 15 °C, maka:

- c. Bila konsentrasi VO^{2+} dalam masing-masing pada kedua setengah sel menjadi separuh mula-mula, berapa nilai potensial sel dan energi bebas Gibbs-nya? (6 poin)

Bila Jumlah ekuivalen gula tebu dan udara yang bereaksi di kedua ruang reaksi sama banyaknya, maka jumlah potensial sel menjadi 0,32 V.

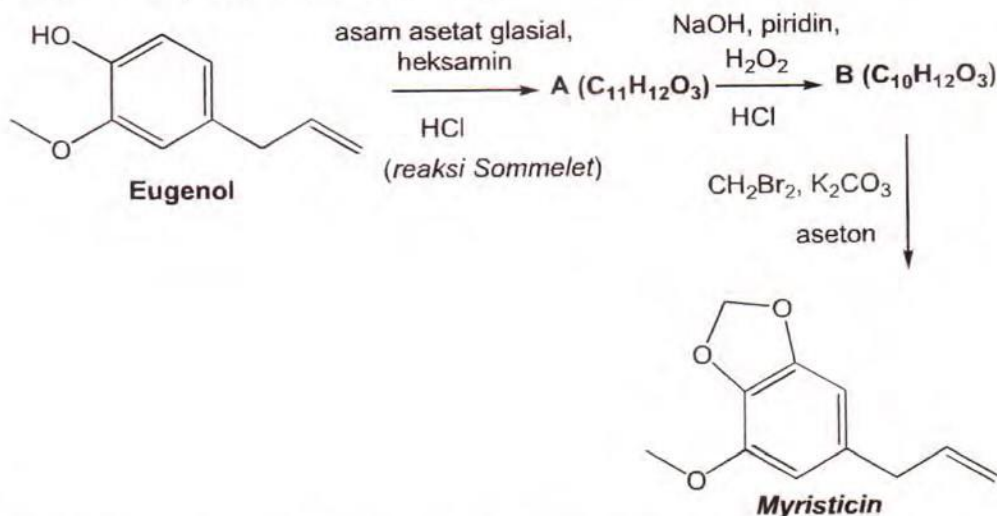
- d. Tentukan konsentrasi V^{3+} dan VO_2^+ dalam masing masing setengah sel. (8 poin)

Diketahui potensial standar:



Soal 6. Kandungan Kimia Buah Pala (29 poin)

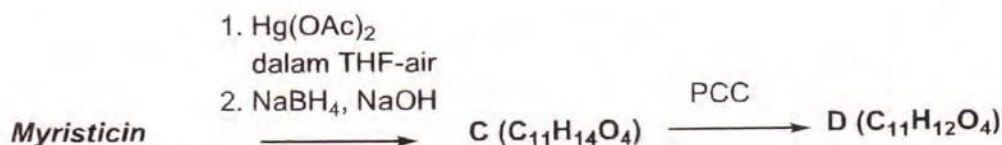
Salah satu makanan khas Manado adalah Pala manis Manado. Pala manis Manado terbuat dari buah pala (*Myristica fragrans*) yang dicampur dengan cairan gula sebagai pemanisnya. Salah satu kandungan senyawa dalam buah pala adalah *myristicin* (1-alil-3,4-metilendioksi-5-metoksibenzena, atau metoksisafrol. *Myristicin* dapat disintesis dari eugenol dengan jalur reaksi berikut (Rao dan Seshadri, 1949).¹



Pada tahap pertama dalam jalur sintesis di atas, eugenol disubstitusi oleh gugus fomil melalui reaksi Sommelet menghasilkan senyawa A. Selanjutnya senyawa A mengalami reaksi dekarboksilasi yang dilanjutkan oksidasi menghasilkan senyawa B. Di tahap terakhir kemudian senyawa B mengalami reaksi pembentukan cincin dioksolan menghasilkan *myristicin*.

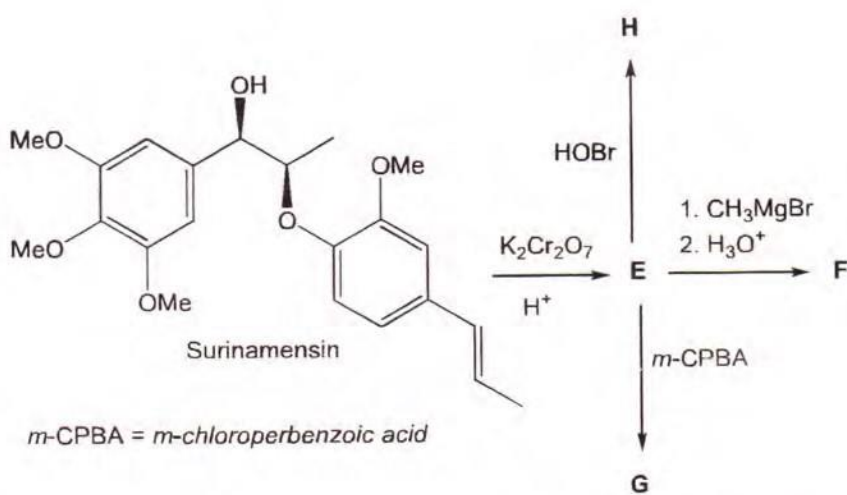
- a. Gambarkan struktur A dan B. (4 poin)

Senyawa *myristicin* dapat ditransformasi menjadi senyawa turunan karbonilnya (senyawa D), melalui jalur sintesis berikut (Sohilait dan Kainama, 2015).²



- b. Gambarkan struktur C dan D. (4 poin)
- c. Gambarkan mekanisme reaksi transformasi *myristicin* menjadi senyawa C. (5 poin)

Kandungan minyak atsiri yang terkandung dalam buah pala adalah surinamensin. Berikut adalah skema beberapa reaksi transformasinya.



- d. Tentukan jumlah karbon khiral dan jumlah stereoisomer maksimal yang dimiliki oleh surinamensin. (4 poin)
- e. Tentukan konfigurasi absolut (*R* atau *S*) pada karbon khiral dalam struktur surinamensin. (4 poin)
- f. Gambarkan struktur senyawa E, F, G dan H. (8 poin)

Soal 7. Ikan sebagai sumber protein (30 poin)

Indonesia merupakan negara kepulauan menyebabkan masyarakat Indonesia menjadikan ikan merupakan makanan sebagai salah satu sumber protein. Masyarakat Manado sangat menyukai ikan Tongkol, Tuna dan Cakalang (TTC, ikan jenis Scromboidae).



Cakalang



Tongkol



Tuna

Kualitas ikan laut sangat dipengaruhi oleh bagaimana proses pengolahan (pengawetan) ikan setelah penangkapan. Salah satu metode pengawetan ikan adalah dengan pengasapan ikan. Senyawa Histamin merupakan salah satu **faktor terpenting** dalam menentukan kualitas ikan Tuna, Tongkol dan Cakalang (TTC). Ikan segar tidak mengandung Histamin, tetapi ikan mengandung Histidin di dalam otot dagingnya.

Histamin terbentuk dari histidin karena reaksi dekarboksilasi oleh enzim histidindekarboksilase.

- a. Gambarkan struktur dari asam amino Histidin. (2 poin)
- b. Gambarkan mekanisme reaksi dekarboksilasi Histidin menjadi Histamin. (6 poin)

Pengawetan melalui pengasapan harus memakai kayu keras (non-Resin) atau tempurung kelapa, agar mendapatkan senyawa-senyawa (asap) yang dapat mematikan bakteri yang mengeluarkan enzim dekarboksilase.

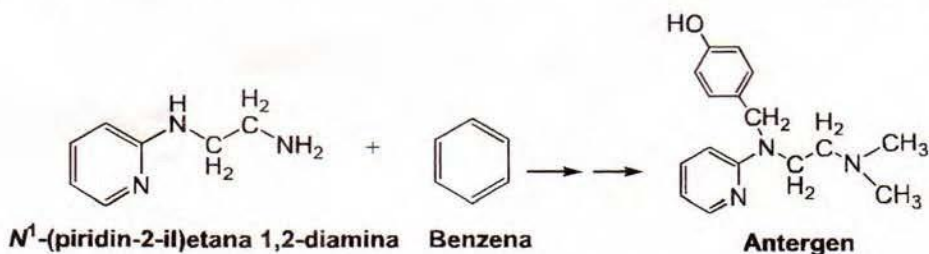


Ikan TTC setelah diawetkan dengan pengasapan

- c. Tuliskan senyawa-senyawa (asap) yang dihasilkan dari proses pembakaran kayu keras. (6 poin)

Beberapa gejala orang yang keracunan Histamin adalah: gatal-gatal, sulit bernapas, kulit menjadi merah/panas, berlendir dan mata berair. Anti Histamin adalah merupakan senyawa untuk mengatasi keracunan Histamin.

- d. Tuliskan tahapan sintesis senyawa anti-Histamin Antergen dari benzena dan N^1 -(piridin-2-il)etana-1,2-diamina. (10 poin)



Banyak obat anti-Histamin yang beredar di antaranya adalah: Antergen, Cetirizine, Laratodine, Kuersetine dll.

- e. Tuliskan nama IUPAC dari produk yang dihasilkan jika senyawa Karbinoksamin yang juga merupakan anti-Histamin dihidrolisa dalam suasana asam. (6 poin)



◆◆◆Semoga Berhasil◆◆◆

