
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

**EKC 574 – Downstream Processing Of Biochemical And
Pharmaceutical Products**
[Proses Hiliran Untuk Produk Biokimia Dan Farmaseutikal]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains SEVEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instruction: Answer **ALL** questions.

Arahan: Jawab **SEMUA** soalan.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai].

Answer ALL questions.

Jawab SEMUA soalan.

1. Penicillin G (molecular weight = 334.42 kg/kgmol) is a microbial compound that inhibits and even destroys other organisms. It is an antibiotic which is secreted by microbial cells. A typical Penicillin G production route is shown in Figure Q.1. Based on Figure Q.1., identify and explain the function of any FOUR(4) unit operations used in downstream processing of Penicillin G (use RIPP scheme as a guide). Suggest the alternative methods for the unit operation, justify your selection.

Penicillin G (berat molekul = 334.42 kg/kgmol) adalah satu sebatian mikrob yang menghalang malah membinasakan organisma-organisma lain. Ia merupakan satu antibiotik yang dirembeskan oleh sel-sel mikrob. Satu laluan tipikal pengeluaran Penicillin G telah ditunjukkan dalam Rajah S.1. Berdasarkan Rajah S.1., kenalpasti dan jelaskan fungsi mana-mana EMPAT(4) unit operasi yang digunakan dalam pemprosesan hiliran Penicillin G (menggunakan skim RIPP sebagai satu panduan). Cadangkan unit operasi lain yang boleh menggantikan unit operasi tersebut dan jelaskan pemilihan anda.

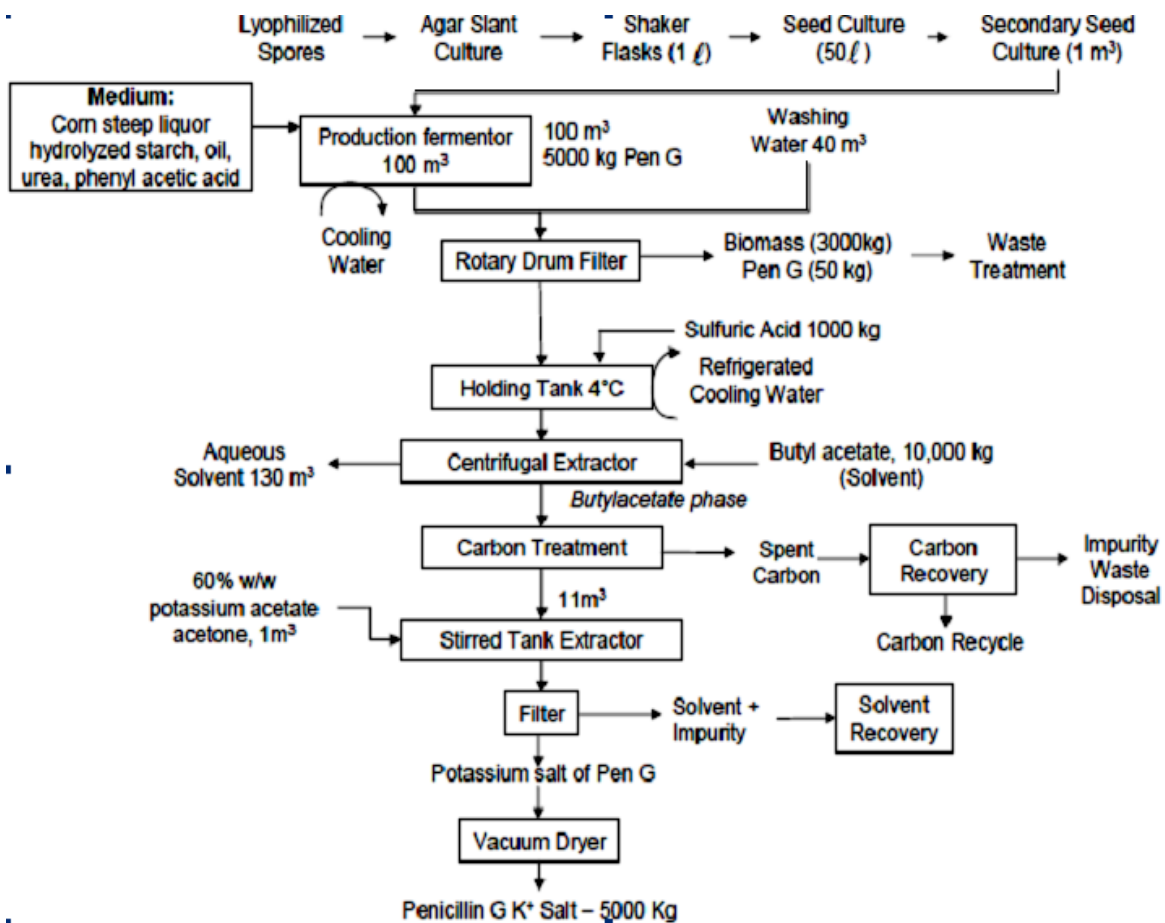


Figure Q.1.
Rajah S.1.

[40 marks/markah]

...3/-

2. [a] Acetic acid (CH_3COOH) also known as ethanoic acid, is an organic acid, which gives vinegar its sour taste and pungent smell. It is a weak acid, in that it is only a partially dissociated acid in an aqueous solution. Acetic acid can be extracted from water by ethyl acetate in order to obtain substantially pure acetic acid. Prove mathematically that for such solvent extraction, it should be carried out under acidic condition.

Asid asetik (CH_3COOH) juga dikenali sebagai asid etanoik. Ia adalah satu asid organik yang memberikan rasa masam dan bau hancing. Ia merupakan asid lemah yang terpisah secara separa dalam larutan berair. Asid asetik boleh disari dari air dengan menggunakan etil asetat supaya asid asetik tulen dapat dihasilkan. Buktikan secara matematik bahawa penyarian pelarut tersebut sepatutnya dijalankan dalam keadaan berasid.

[8 marks/markah]

- [b] List out four important factors to be consider during the selection of suitable solvent system in liquid extraction.

Senaraikan empat faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan pelarut yang sesuai untuk penyarian cecair.

[4 marks/markah]

- [c] From thermodynamic point of view, suggest how the extraction process could be enhanced. Suggest three methods (other than pH) that could improve the extraction process.

Dari sudut termodinamik, cadangkan bagaimana proses penyarian boleh dipertingkatkan. Cadangkan tiga kaedah yang boleh digunakan untuk meningkatkan proses penyarian.

[3 marks/markah]

- [d] The mechanism of aqueous liquid-liquid extraction involves hydrogen, ionic, hydrophobic and other weak forces. List out Five (5) factors that influence the partition coefficient of solute.

Mekanisma penyarian cecair-cecair melibatkan hidrogen, ionik, hidrofobik dan daya lemah yang lain. Senaraikan Lima (5) faktor yang mempengaruhi pekali sesekat untuk zat terlarut.

[5 marks/markah]

3. [a] Discuss briefly the differences between
Bincangkan secara ringkas perbezaan antara:

[i] Reverse osmosis
Osmosis berbalik

[ii] Ultrafiltration
Ultrapenurasan

[iii] Dialysis
Dialisis

considering the driving force, separation mechanism and application in industry.

dengan mengambil kira daya paku, mekanisma pemisahan dan aplikasi dalam industri.

[6 marks/markah]

[b] The sigma factor Σ of a disk-type centrifuge (see Figure Q.3.[b].) can be described by the following equation:

Faktor sigma, Σ bagi pengempar jenis cakera (lihat Rajah S.3.[b].) boleh dijelaskan dengan persamaan berikut:

$$\Sigma = \frac{2\pi n\omega^2}{3g} (R_0^3 - R_1^3) \left(\frac{1}{\tan \theta} \right) \quad \text{in which } n \text{ is the number of disks.}$$

di mana n ialah bilangan cakera.

We want to centrifuge yeast cells ($d = 5 \mu\text{m}$, $\rho_p = 1100 \text{ kgm}^{-3}$) in water ($\rho_w = 1000 \text{ kgm}^{-3}$, $\mu_w = 1 \times 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) using a disk-type centrifuge with the dimensions as given in Figure Q.3.[b]. The centrifuge is run at 5000 rpm. Calculate the volumetric flow rate through the centrifuge.

Kita hendak mengempar sel yis ($d = 5 \mu\text{m}$, $\rho_p = 1100 \text{ kgm}^{-3}$) di dalam air ($\rho_w = 1000 \text{ kgm}^{-3}$, $\mu_w = 1 \times 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) menggunakan pengempar jenis cakera dengan dimensi seperti yang diberi dalam Rajah S.3.[b]. Pengempar beroperasi pada kelajuan 5000 rpm. Kirakan kadar aliran isipadu melalui pengempar.

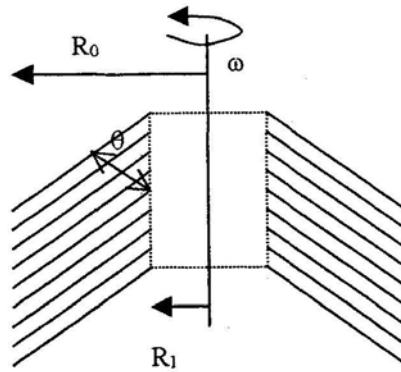


Figure Q.3.[b]: Sketch of disc centrifuge used in centrifugation of yeast.
 Rajah S.3.[b]: Lakaran pengempar cakera yang digunakan untuk pengemparan yis.

$$R_1 = 5 \text{ cm}, R_0 = 25 \text{ cm}, \theta = 45^\circ$$

The gravitational and buoyant forces on a spherical particle with a diameter d and density ρ_p and ρ_f are given by:

Daya-daya graviti dan apungan ke atas zarah berbentuk sfera dengan diameter d dan ketumpatan ρ_p dan ρ_f adalah seperti berikut:

$$F_G = \frac{1}{6} \pi d^3 \rho_p g \qquad F_B = \frac{1}{6} \pi d^3 \rho_f g$$

Assume that the drag force on a particle with diameter d and velocity v is given by the Stokes equation:

Andaikan daya seretan ke atas zarah dengan diameter d dan kelajuan v adalah seperti yang diberikan oleh persamaan Stokes:

$$F_D = 3\pi\mu d v \qquad g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$$

[14 marks/markah]

4. [a] What is the difference between specific affinity adsorption and general affinity adsorption?

Apakah perbezaan antara penjerapan tertarik tentu dan penjerapan tertarik umum?

[4 marks/markah]

- [b] One of the causes of deterioration of clarified juices of fruits is nonenzymatic browning due to the formation of melanoidins that can be eliminated from the juice by adsorption on activated carbon. The degree of nonenzymatic browning of a juice can be evaluated by measuring its absorbance at a wavelength of 420 nm (A_{420}). In an experimental series at the laboratory, different amounts of activated carbon are mixed with loads of 10° Brix juice (10% (s/w), with 10 grams of sugar per 100 grams of solution), whose A_{420} is 0.646, until reaching equilibrium. [Brix is a measurement of the dissolved sugar-to-water mass ratio of a liquid].

Salah satu punca kemerosotan jus yang disaring ialah pemerangan bukan enzim yang disebabkan oleh pembentukan melanoidins yang boleh disingkirkan daripada jus melalui penjerapan karbon teraktif. Pemerangan bukan enzim jus boleh ditentukan melalui pengukuran jerapan pada panjang gelombang 420 nm (A_{420}). Pada satu siri eksperimen yang dilakukan di makmal, amaun karbon teraktif yang berbeza dicampurkan dengan beban 10° jus Brix (10% (g/a), 10 gram gula per 100 gram larutan) yang mana A_{420} adalah 0.646, sehingga mencapai keseimbangan. [Brix adalah pengukuran nisbah cecair berat bahan larut gula-kepada-air].

Data obtained are shown in the following table:

Data yang diperolehi ditunjukkan di jadual berikut:

| | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A_{420} | 0.646 | 0.532 | 0.491 | 0.385 | 0.288 | 0.180 |
| b | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.06 | 0.12 | 0.26 |

in which A_{420} is expressed as absorbance/kg of solution, while b is the kg of carbon/kg of solution. Determine:

di mana A_{420} dinyatakan sebagai penjerapan/kg larutan, manakala b adalah karbon/kg larutan. Tentukan:

- [i] the equilibrium isotherm data.
data isoterma keseimbangan.
- [ii] the number of stages required, operating under repeated single contact, if it is desired to decrease the A_{420} of the juice down to a value of 0.200, using in each stage 0.025 kg of carbon per kg.

bilangan peringkat yang diperlukan, beroperasi pada ulangan sentuhan tunggal, jika ia dikehendaki untuk mengurangkan A_{420} jus sehingga ke nilai 0.200, menggunakan 0.025 kg karbon per kg jus Brix pada setiap peringkat.

...7/-

- [iii] the flow of carbon that should be fed to a countercurrent moving-bed column with a juice flow of 1000 kg/h, if it operates with a carbon flow that is double the minimum, and it is desired to obtain juice with an A_{420} value not higher than 0.2.

aliran karbon yang perlu disuapkan ke turus bergerak arus berlawanan dengan kadar jus sebanyak 1000 kg/jam, jika ia beroperasi pada kadar alir karbon dua kali ganda minimum, dan ia perlu mencapai jus dengan nilai A_{420} tidak melebihi 0.2.

[16 marks/markah]

- oooOooo -