

SULIT



First Semester Examination
2024/2025 Academic Session

February 2025

EBP411 – Circular Economy of Polymers and Sustainability
[Ekonomi Kitaran Polimer dan Kelestarian]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of ELEVEN (11) pages and before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS (11) muka surat sebelum anda memulakan peperiksaan ini].

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **Part A is COMPULSORY**. Answer **ONE (1)** question from Part B and **ONE (1)** question from Part C. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab **SATU (1)** soalan daripada Bahagian B dan **SATU (1)** soalan daripada Bahagian C. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

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

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

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). With the help of suitable diagrams, differentiate linear and circular economy models. Provide examples to illustrate your point.

Dengan bantuan gambar rajah yang sesuai, bezakan model ekonomi linear dan kitaran. Berikan contoh untuk menggambarkan maksud anda.

(10 marks/markah)

- (b). Describe characteristics of the circular economy model and elaborate how these characteristics contribute to enhance environmental sustainability.

Perihalkan ciri-ciri model ekonomi kitaran dan huraikan bagaimana ciri-ciri tersebut menyumbang kepada peningkatan kelestarian alam sekitar.

(6 marks/markah)

- (c). Considering the significant role of polymers play in modern industry, explain how polymers contribute to SDG 12 (Responsible Consumption and Production).

Dengan berpandukan peranan penting yang dimainkan oleh polimer dalam industri moden, terangkan bagaimana polimer menyumbang kepada SDG 12 (Penggunaan dan Pengeluaran yang Bertanggungjawab).

(4 marks/markah)

...3/-

- (2). You are tasked to conduct a Life Cycle Assessment (LCA) for a newly developed biodegradable polymer used for packaging.

Anda ditugaskan untuk menjalankan Penilaian Kitaran Hayat (LCA) bagi polimer biodegradasi yang baharu dibangunkan untuk pembungkusan.

- (a). Identify and explain the four stages of the LCA model, and discuss how each stage contributes to the environmental footprint of the biodegradable polymer.

Kenal pasti dan terangkan empat peringkat model LCA, serta bincangkan bagaimana setiap peringkat menyumbang kepada jejak alam sekitar polimer biodegradasi tersebut.

(10 marks/markah)

- (b). Based on the LCA data in Table 1, evaluate which life cycle stage of the biodegradable polymer presents the highest environmental impact. Propose at least two improvements that could be implemented to minimize this impact and justify your recommendations.

Berdasarkan data LCA dalam Jadual 1, nilaikan peringkat kitaran hayat manakah bagi polimer biodegradasi yang memberikan kesan alam sekitar yang tertinggi. Cadangkan sekurang-kurangnya dua penambahbaikan yang boleh dilaksanakan untuk meminimumkan kesan tersebut dan berikan justifikasi bagi cadangan anda.

(10 marks/markah)

Table 1: Data Life Cycle plastic / *Data Penilaian Kitaran Hayat*

Life Cycle Stage <i>Peringkat Kitaran Hayat</i>	Carbon Footprint (kg CO ₂ per kg of polymer) <i>Jejak Karbon (kg CO₂ per kg polimer)</i>	Energy Consumption (MJ per kg of polymer) <i>Penggunaan Tenaga (MJ per kg polimer)</i>	Waste Generation (kg per kg of polymer) <i>Penghasilan Sisa (kg per kg polimer)</i>
1. Raw Material Extraction/ <i>Pengekstrakan Bahan Mentah</i>	2.5	10	0.2
2. Polymer Production/ <i>Pengeluaran Polimer</i>	4.0	15	0.3
3. Transportation/ <i>Pengangkutan</i>	1.0	5	0.05
4. Product Use/ <i>Penggunaan Produk</i>	0.5	2	0
5. End-of-Life Disposal/ <i>Pelupusan Akhir Hayat</i>	3.0 (incineration/ <i>pembakaran</i>) or 1.5 (composting/ <i>pengkomposan</i>)	8 (incineration/ <i>pembakaran</i>) or 4 (composting <i>pengkomposan</i>)	0.5 (ash from incineration/ <i>abu daripada pembakaran</i>)

- (3). Compostable plastics are a subset of biodegradable materials designed to break down into natural elements, such as carbon dioxide, water, and biomass, under specific composting conditions. They present a potential alternative to traditional plastics, aiming to reduce plastic waste and its environmental impact. However, their effectiveness depends on various factors, and scaling their use comes with significant challenges.

Plastik kompos merupakan subset bahan terbiodegradasi yang direka untuk terurai menjadi elemen semula jadi seperti karbon dioksida, air, dan biomassa di bawah keadaan pengkomposan tertentu. Ia merupakan alternatif berpotensi kepada plastik tradisional, bertujuan untuk mengurangkan sisa plastik dan kesan negatifnya terhadap alam sekitar. Walau bagaimanapun, keberkesanannya bergantung kepada pelbagai faktor, dan penggunaannya secara meluas merupakan suatu cabaran besar.

- (a). Analyze the critical factors that influence the degradation process of compostable plastics in industrial composting compared to home composting conditions. Discuss the effectiveness and limitations of each setting in achieving complete biodegradation.

Analiskan faktor kritikal yang mempengaruhi proses degradasi plastik kompos dalam persekitaran pengkomposan industri berbanding dengan pengkomposan di rumah. Bincangkan keberkesanan dan kekangan setiap tetapan dalam mencapai biodegradasi sepenuhnya.

(10 marks/markah)

- (b). Explain the environmental and technical barriers to implement compostable plastics on a large scale for packaging applications. Propose and justify two practical strategies to overcome these barriers, considering sustainability goals and mass production.

Nyatakan halangan alam sekitar dan teknikal dalam melaksanakan plastik kompos secara meluas untuk aplikasi pembungkusan. Cadangkan dan justifikasi dua strategi praktikal untuk mengatasi halangan ini dengan mengambil kira matlamat kelestarian dan kebolehan pengeluaran secara besar-besaran.

(10 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (4). Malaysia Plastic Sustainability Roadmap 2021-2030 is a guide towards a sustainable plastic economy through the principles of circularity.

Pelan Hala Tuju Kelestarian Plastik Malaysia 2021-2030 adalah panduan ke arah ekonomi plastik yang lestari melalui prinsip kitaran.

- (a). Describe the objectives of this roadmap.

Perihalkan objektif-objektif pelan hala tuju tersebut.

(6 marks/markah)

- (b). Describe two strategies for optimizing product design to enhance circularity as mentioned in the roadmap and correlate the implications of these design strategies on circularity.

Huraikan dua strategi untuk mengoptimumkan reka bentuk produk bagi meningkatkan kitaran seperti yang dinyatakan dalam pelan hala tuju dan hubungkan implikasi strategi-strategi reka bentuk ini terhadap kitaran.

(6 marks/markah)

- (c). Evaluate the role of waste-to-energy plants and other innovative waste management strategies in Malaysia in achieving a sustainable plastic economy. Explain how these strategies align with circular economy principles?

Nilaikan peranan loji sisa-kepada-tenaga dan strategi pengurusan sisa inovatif lain di Malaysia dalam mencapai ekonomi plastik yang lestari. Jelaskan bagaimana strategi ini sejajar dengan prinsip ekonomi kitaran?

(8 marks/markah)

...7/-

- (5). (a). Referring to a specific plastic-related industry in Malaysia (e.g., plastic packaging, rubber, latex, apparels):

Merujuk kepada industri berkaitan plastik khusus di Malaysia (contoh pembungkusan plastik, getah, lateks, pakaian):

- (i) Evaluate how circular economy principles are being implemented within that industry.

Nilaikan bagaimana prinsip ekonomi kitaran dilaksanakan dalam industri tersebut.

(4 marks/markah)

- (ii). Provide one real-world example from Malaysia that illustrates successful implementation of circular economy principles in your chosen industry.

Berikan satu contoh dunia sebenar dari Malaysia yang menggambarkan kejayaan pelaksanaan prinsip ekonomi kitaran dalam industri pilihan anda.

(2 marks/markah)

- (iii). Discuss the key challenges faced by the industry and propose actions to enhance sustainability practices.

Bincangkan cabaran utama yang dihadapi oleh industri tersebut dan cadangkan tindakan untuk meningkatkan amalan lestari.

(6 marks/markah)

(b). "Recycling is a key enabler of the circular economy of plastics"

"Kitar semula adalah pendaya utama ekonomi kitaran plastik"

(i). Discuss the statement.

Bincangkan pernyataan tersebut.

(4 marks/markah)

(ii). Differentiate between primary recycling and secondary recycling and explain implications of each method for material quality and application.

Bezakan antara kitar semula primer dan kitar semula sekunder dan terangkan implikasi setiap kaedah terhadap kualiti bahan dan aplikasi.

(4 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

- (6). (a). Given a flow chart (Figure 1) that includes all stages of ethylene-based plastic bag production, identify which stages are included in each of the following LCA models:

Diberikan carta alir (Rajah 1) yang merangkumi semua peringkat pengeluaran beg plastik berasaskan etilena, kenal pasti peringkat mana yang termasuk dalam setiap model LCA berikut:

- Cradle-to-Grave: Explain which stages are part of the cradle-to-grave assessment and why. Suggest one suitable end of life management

Cradle-to-Grave: Terangkan peringkat mana yang merupakan sebahagian daripada penilaian cradle-to-grave dan mengapa. Cadangkan satu pengurusan akhir hayat yang sesuai.

(3 marks/markah)

- Cradle-to-Gate: Identify the stages that are relevant for a cradle-to-gate assessment.

Cradle-to-Gate: Kenal pasti peringkat yang berkaitan untuk penilaian cradle-to-gate.

(2 marks/markah)

- Cradle-to-Cradle: Discuss how the cradle-to-cradle approach incorporates a recycling loop and which stages are involved

Cradle-to-Cradle: Bincangkan bagaimana pendekatan cradle-to-cradle menggabungkan kitaran kitar semula dan peringkat mana yang terlibat.

(5 marks/markah)

...10/-

SULIT

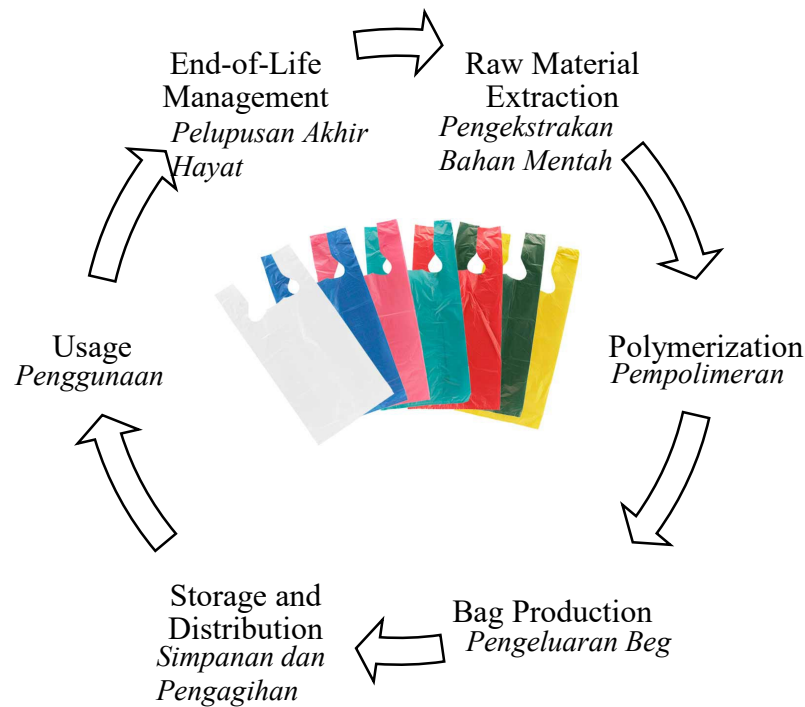


Figure 1 : Ethylene -based plastic bag production

Rajah 1 : Pengeluaran beg plastic berasaskan etilena

- (b). Describe four key components of the LCA framework. Explain how each component contributes to understanding the overall environmental impact of ethylene-based plastic bags.

Terangkan empat komponen utama dalam kerangka Penilaian Kitaran Hayat (LCA). Jelaskan bagaimana setiap komponen menyumbang kepada pemahaman keseluruhan mengenai kesan alam sekitar beg plastik berasaskan etilena.

(10 marks/markah)

- (7). You are tasked to improve the waste management practices of a polymer manufacturing company to reduce its environmental impact. Address the following:

...11/-

- (a). Analyze the main challenges faced in polymer waste management within the industrial sector. Highlight one key issue and discuss its implications for the environment and sustainability goals.

Analisa kan cabaran utama yang dihadapi dalam pengurusan sisa polimer dalam sektor industri. Nyatakan satu isu utama dan bincangkan implikasinya terhadap alam sekitar dan matlamat kelestarian.

(6 marks/markah)

- (b). Evaluate the effectiveness of wastewater and effluent treatment plants in reducing the ecological footprint of polymer production. Use one real-world or hypothetical example to support your evaluation.

Nilaikan keberkesanan loji rawatan air sisa dan efluen dalam mengurangkan jejak ekologi daripada pengeluaran polimer. Gunakan satu contoh dunia sebenar atau hipotesis untuk menyokong penilaian anda.

(7 marks/markah)

- (c). With the aid of an illustration, describe the mechanism of devulcanization and explain how this process enables the recycling of vulcanized rubber. Highlight the advantages and limitations of devulcanization in achieving sustainability in polymer recycling.

Dengan bantuan ilustrasi, terangkan mekanisme devulkanisasi dan jelaskan bagaimana proses ini memungkinkan kitar semula getah tervulkan. Nyatakan kelebihan dan kelemahan devulkanisasi dalam mencapai kelestarian dalam kitar semula polimer.

(7 marks/markah)

-oooOooo-