E - MAJALAH

NEXUS+ PLUS

DISEMBER 2024 • Bil: 02/2024 **EDISI KEDUA**

KETERJAMINAN MAKANAN

MENGAPA SERANGGA MENJADI JAWAPAN KEPADA KELESTARIAN MAKANAN
(Halaman 15 - 17)

PERUBAHAN IKLIM

HOW OCEAN ACIDIFICATION IS REDRAWING THE MAP OF GLOBAL SEAFOOD SECURITY
(Halaman 4 - 5)

TEKNOLOGI PERTANIAN

ROBOT LADANG: TRANSFORMASI MASA DEPAN PERTANIAN
(Halaman 29 - 31)

TENAGA BOLEH BAHARU

CHALLENGES AND VIABILITY OF CARBON PRICING IN MALAYSIA
(Halaman 35 - 40)

KETERJAMINAN MAKANAN

ADAPTASI PERTANIAN PADI MALAYSIA DALAM ERA PERUBAHAN IKLIM
(Halaman 12 - 14)



e ISSN 3036-0455

TERBITAN EDISI KEDUA | DISEMBER 2024
© Hak cipta terpelihara

Tidak dibenarkan mengeluar ulang mana-mana bahagian isi kandungan daripada majalah ini termasuk artikel, ilustrasi dan fotokopi dalam apa jua bentuk dan cara sekalipun sama ada elektronik, fotokopi, mekanikal, rakaman atau cara lain sebelum mendapat keizinan daripada penerbit.

Penafian: Isi artikel merupakan pendapat dan pandangan penulis serta tidak semestinya mencerminkan pendirian penerbit atau penyunting majalah. Ketepatan kandungan adalah tanggungjawab penulis masing-masing.

Penerbit menafikan sebarang liabiliti di atas kesilapan dan ketidaktepatan yang timbul daripada penggunaan informasi yang disajikan dalam majalah ini.

Diterbitkan dan diedar oleh:

YAYASAN STRATEGIK LESTARI
(PPAB-14/2022)
Unit A-2-16, CoPlace 2, Blok 2260, Jalan Usahawan 1, Cyber 6, 63000 Cyberjaya, Selangor Darul Ehsan.

No. Telefon: 03-8322 5122
Emel: admin@yslestari.org.my
Laman Web: www.yslestari.org.my

SIDANG REDAKSI

KETUA PENGARANG
Dr. Mukhtaruddin Musa

PENGURUS PENERBITAN
Ahmad Shauqi Johara

PENGARANG
Prof Madya Ts Dr Muhamad Saufi Che Rusli
Nur Hidayahanum Hamid
Dr Nur Izyan Wan Azelee
Dr Mohd Hafiz Abu Hassan
Dr Nurnaddia Nordin
Dr Muhamad Hafiz Abd Rahim
Mohd Mahmud @ Mansor
Nurul Fatin Amirah Mohd Azmi
Dr Tan Li Peng
Mohd Fakhrulddin Ismail
Dr Siti Norazura Jamal
Ts Dr Muhammad Hazwan Hamzah
Akmal Hisyam Suhaimi
Dr Juita Mohamad
Dr Zul Ilham Zulkiflee Lubes

PEWASIT:
Prof Madya Haryati Shafii
Prof Madya Dr Siti Fairus Mohamed Yusoff
Ts Dr Mohamad Bashree Abu Bakar
Prof Madya Dr Rafeah Wahi
Prof Madya Dr Bakri Mat
Dr Norhisham Ahmad Razi
Prof Madya Dr Zul Ariff Abdul Latiff
Prof Madya Dr Md Sabri Mohd Yusoff
Ts Dr Suhana Zakaria
Prof Madya Dr Mohd Hafiz Jamaludin

TEKNIKAL
Hanisah Abd Rahman
Izzat Tuan Ibharim
Hafizudin Yahaya
Masitah Ismail

REKA BENTUK
Zulkhairi Zaidi

Senarai Kandungan

KATA PENGANTAR i

Perubahan Iklim

Teknologi AI Pemangkin Bandar Pintar 1

How Ocean Acidification is Redrawing the Map of Global Seafood Security 4

Lignin as a Powerful Organic Sunscreen 6

Pendidikan STEM

Inspirasi STEM Melalui Projek Sulam Bahan Kitar Semula 8

Keterjaminan Makanan

Adaptasi Pertanian Padi Malaysia Dalam Era Perubahan Iklim 12

Mengapa Serangga Menjadi Jawapan kepada Kelestarian Makanan 15

Nutrisi dan Risiko Serangga sebagai Makanan Alternatif 18

Protein Halal daripada Serangga 20

Bullet-Proofing Our Pantries: Securing Malaysia's Onion Supply Chains 22

Teknologi Pertanian

Rintangan Akarisida: Sengkenit Lembu Semakin Ganas 24

Latok: 'Green Caviar' Malaysia Menuju Pasaran Global 26

Robot Ladang: Transformasi Masa Depan Pertanian 29

Enhancing Aquaculture Through IoT in Batu Pahat, Johor 32

Tenaga Boleh Baharu

Challenges and Viability of Carbon Pricing in Malaysia 35

Subsidy Shake-Up: Malaysia's Road to Electric Mobility 41

RUJUKAN 45 - 47

Kata Pengantar



Syukur Alhamdulillah, kini NEXUS+ edisi kedua tahun 2024 meneruskan perjalanan sebagai sebuah platform percambahan maklumat dan pengetahuan. NEXUS+ berkonsepkan majalah digital yang mendukung tema kelestarian alam sekitar dan keterjaminan makanan. Ia hadir dengan matlamat besar; mengetengahkan pemikiran inovatif dan solusi praktikal daripada para cendekiawan untuk membantu negara mendepani cabaran masa kini dan kemampanan masa hadapan.

Pelbagai tajuk menarik diketengahkan dalam NEXUS+ edisi kali ini, antaranya kecerdasan buatan dalam membangunkan bandar pintar, pencernaan anaerobik terhadap sisa makanan yang bercampur unsur haram dan adaptasi pertanian padi di Malaysia. Tidak ketinggalan, tema pendidikan STEM turut diperkenalkan, sejajar dengan keperluan melahirkan generasi akan datang yang kompeten dalam bidang ini.

Peranan kami menyebarkan maklumat tidak hanya terhenti di majalah ini, kami juga berperanan aktif melalui dialog dan diskusi bersama pemain industri serta pembuat dasar.

Kami turut melebarkan peranan kami ini melalui kerjasama dengan individu dan organisasi dari rantau Asia Tenggara seperti yang ditunjukkan melalui penganjuran Persidangan Asia Tenggara Mengenai Keterjaminan Makanan dan Kelestarian (SEACOFSS) yang berlangsung November baru-baru ini. SEACOFSS menjadi medan untuk membincangkan isu-isu strategik berkaitan kelestarian dan keterjaminan makanan.

Akhir sekali, saya rakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua penulis yang telah menyumbangkan artikel serta idea bernas untuk NEXUS+. Sokongan anda semua amat penting bagi memastikan kelangsungan penerbitan majalah ini pada tahun-tahun mendatang.

Terima kasih atas kepercayaan dan sokongan anda. Semoga NEXUS+ terus memberi manfaat kepada pembaca dan menjadi pemangkin kepada perubahan positif demi alam sekitar dan masa depan yang lebih lestari.

DR. MUKHTARUDDIN MUSA
Pengarah Bahagian Penyelidikan & Media, Yayasan Strategik Lestari
dr.mukhtar@yslestari.org.my

Teknologi AI Pemangkin Bandar Pintar

Dalam era revolusi digital, teknologi Kecerdasan Buatan (AI) memainkan peranan yang semakin penting dalam membangunkan sesebuah bandar pintar. Apa itu bandar pintar? Bandar pintar merujuk kepada bandar yang menggunakan **teknologi digital dan data** untuk meningkatkan kualiti hidup, keberkesanan perkhidmatan bandar dan kelestarian alam sekitar. Kini, teknologi AI menjadi pemangkin utama dalam mencapai matlamat ini dengan menawarkan penyelesaian inovatif dan efisien dalam pelbagai aspek pengurusan bandar.



Menurut laporan oleh International Data Corporation (IDC) yang dipetik dari gerbang CIDB Malaysia, **perbelanjaan bandar pintar** global telah mencecah AS$124 bilion pada 2020. Ini adalah peningkatan ketara iaitu hampir 20% daripada tahun sebelumnya dan ia merupakan petunjuk bahawa semakin banyak bandar yang melabur dalam infrastruktur pintar. IDC mengunjurkan bahawa pelaburan di bandar pintar akan terus berkembang dan mencapai AS$203 bilion menjelang 2024. Penekanan di negara Asia seperti Malaysia dan Indonesia terhadap bandar serta komuniti pintar juga semakin meningkat, sejajar dengan trend global.

Disokong oleh agenda nasional seperti program Jalinan Digital Negara (JENDELA) oleh Telekom Malaysia Berhad (TM), pelancaran 5G oleh Digital Nasional Berhad serta pelbagai penyedia infrastruktur dan aplikasi digital, pembangunan dan pelaksanaan bandar pintar di Malaysia dapat dirancang dan dilaksanakan dengan lebih baik. Usaha ini mampu meningkatkan ekonomi, menjaga kemampanan alam sekitar sekali gus meningkatkan kualiti hidup masyarakat.

Manakala di Indonesia, **Rumah Pintar** juga telah berkembang dengan sangat baik. Salah satu syarikat yang beroperasi dalam sektor

"Teknologi AI kini menjadi pemangkin utama dalam membangunkan bandar pintar, menawarkan penyelesaian inovatif dan efisien untuk pengurusan bandar, termasuk lalu lintas, tenaga, dan keselamatan awam."

rumah pintar ialah Autonomous Smart Control Appliance (ASCA). Menurut pengasasnya, konsep rumah pintar tidak hanya terhad kepada menghidupkan atau mematikan peralatan di rumah, memasang CCTV atau kamera pengawasan serta aksesori pintar yang lain. Sebenarnya rumah pintar bermatlamat untuk membuat atau membina sesuatu objek yang sebelum ini tidak bernyawa menjadi objek yang "pintar".

Jadi, bagaimana pintarnya bandar kita pada masa hadapan?

Ayuh kita lihat secara langsung, apakah manfaat dan cara kerja AI dalam menghidupkan sistem pengurusan sesebuah bandar tidak bernyawa kepada bandar pintar ini. Salah satu aplikasi utama AI dalam bandar pintar adalah pengurusan lalu lintas. Sistem AI boleh menganalisis data trafik dalam masa nyata (real-time), meramalkan corak trafik dan mengoptimumkan aliran lalu lintas untuk mengurangkan kesesakan.

Contohnya, kamera pintar dan sensor yang dipasang di jalan raya boleh **mengesan kepekatan kenderaan** dan menyesuaikan isyarat trafik secara automatik. Ini bukan sahaja mengurangkan masa perjalanan, tetapi juga mengurangkan pencemaran udara akibat kenderaan yang berhenti dan mula semula dalam kesesakan.

AI juga membantu bandar pintar dalam pengurusan tenaga yang lebih efisien. Dengan menggunakan teknologi AI, bandar boleh memantau dan **mengurus penggunaan tenaga** dalam masa nyata. Sistem pintar boleh meramalkan permintaan tenaga dan mengoptimumkan pengeluaran serta pengedaran tenaga.

Selain itu, bangunan pintar yang dilengkapi dengan sensor dan peranti IoT boleh mengurangkan penggunaan tenaga dengan menyesuaikan pencahayaan dan sistem pemanasan atau penyejukan mengikut keperluan sebenar.

> **"Dengan bantuan AI, bandar masa depan tidak hanya lebih efisien dan lestari tetapi juga mampu memberikan perkhidmatan yang lebih responsif kepada keperluan masyarakat."**

Di samping itu, teknologi AI boleh memberikan sumbangan besar dalam meningkatkan keselamatan awam. Sistem pengawasan pintar yang dilengkapi dengan AI boleh **menganalisis video dalam masa nyata** untuk mengesan aktiviti mencurigakan dan memberi amaran awal kepada pihak berkuasa. AI juga boleh digunakan untuk **meramalkan kawasan yang berisiko tinggi** berlakunya jenayah berdasarkan data sejarah dan corak semasa. Ini akhirnya dapat membolehkan pihak berkuasa mengambil langkah pencegahan yang proaktif.

Seterusnya, AI juga membantu dalam pengurusan sisa dengan menyediakan penyelesaian pintar untuk pengumpulan dan pemprosesan sisa. Sensor pintar yang dipasang di tong sampah boleh **memantau tahap pengisian** dan menghantar maklumat kepada pusat kawalan untuk mengoptimumkan jadual pengumpulan sisa. Ini dapat mengurangkan kos operasi dan meningkatkan kecekapan pengurusan sisa. Selain itu, AI juga boleh membantu dalam mengesan dan mengasingkan bahan yang boleh dikitar semula, meningkatkan kadar kitar semula dan mengurangkan jumlah sisa yang dibuang ke tapak pelupusan.

Bukan itu saja, AI memainkan peranan penting dalam meningkatkan kecekapan pengangkutan awam. Sistem AI boleh menganalisis data daripada pelbagai sumber, termasuk penumpang, kenderaan dan laluan, untuk mengoptimumkan jadual dan laluan pengangkutan awam. Ini memastikan perkhidmatan pengangkutan awam lebih responsif terhadap keperluan penumpang, mengurangkan masa menunggu dan meningkatkan kepuasan pengguna.

Di samping itu, kenderaan autonomi yang dikendalikan oleh AI juga dijangka menjadi sebahagian daripada pengangkutan awam pada masa depan untuk menawarkan penyelesaian yang lebih efisien dan selamat.

Perancangan bandar adalah aspek penting dalam pembangunan bandar pintar. Teknologi AI boleh menganalisis data demografi, pergerakan penduduk dan corak penggunaan tanah untuk membantu perancang bandar membuat keputusan yang lebih berinformasi. Dengan menggunakan model ramalan, AI boleh membantu dalam merancang infrastruktur yang memenuhi keperluan penduduk secara lebih tepat, termasuk perumahan, kemudahan awam dan ruang hijau.

AI juga boleh meningkatkan kesihatan awam dan perkhidmatan sosial dalam bandar pintar. Contohnya, sistem AI boleh digunakan untuk **memantau kesihatan awam** dengan mengesan penyebaran penyakit dan memberi amaran awal kepada pihak berkuasa kesihatan. Dalam sektor perkhidmatan sosial, AI boleh membantu dalam mengesan dan membantu individu yang memerlukan bantuan, seperti orang tua dan golongan kurang upaya, dengan lebih efisien.

Kesimpulannya, teknologi AI menawarkan pelbagai manfaat dalam pembangunan bandar pintar, menjadikan bandar lebih efisien, selamat dan lestari. Dari pengurusan lalu lintas hingga pengurusan tenaga, keselamatan awam, pengurusan sisa, pengangkutan awam, perancangan bandar dan kesihatan, AI memberikan penyelesaian yang inovatif dan berkesan. Sehubungan dengan itu, integrasi AI dalam perancangan dan pengurusan bandar adalah langkah penting ke arah membina negara yang lebih pintar dan berdaya saing.



PENULIS

Prof. Madya Ts. Dr. Muhamad Saufi Bin Che Rusuli ialah seorang Profesor Madya di Fakulti Keusahawanan dan Perniagaan, Universiti Malaysia Kelantan (UMK).

Kepakaran beliau merangkumi bidang kajian keusahawanan, pengurusan ICT, dan teknousahawan. Dengan kerjaya akademik dan penyelidikan yang cemerlang, beliau menumpukan usaha kepada mempromosikan amalan perniagaan mampan serta integrasi teknologi dalam keusahawanan.

How Ocean Acidification is Redrawing The Map of Global Seafood Security

In 2020, a staggering number of over 2.3 billion individuals, accounting for a significant portion of the global population of 7.78 billion, experienced a lack of year-round access to food. Among them, approximately 811 million people suffered from **undernourishment**. The year 2021 witnessed data from 93 countries, which revealed that 957 million individuals were plagued by hunger. Although Asia bears a substantial burden of undernourished individuals, the highest prevalence of this issue is observed in Africa, where around 21% of the continent's 1.3 billion population faces undernourishment.

"Tropical fish are migrating to colder waters, disrupting the balance of marine biodiversity and affecting global fish distribution."

Ocean acidification occurs when carbon dioxide from the atmosphere dissolves in seawater, leading to a decrease in pH levels. This process has detrimental effects on marine organisms, particularly those with calcium carbonate shells or skeletons, such as corals, mollusks and certain species of plankton. As the levels of carbonate ion (CO32-) decline due to ocean acidification, the ability of these organisms to create and uphold their calcium carbonate structures becomes more difficult.

The increased acidity hampers their ability to build and maintain their protective structures, making them more vulnerable to predation and other stressors. This may result in shells that are less sturdy, growth rates that are slower and an increased susceptibility to predators.

Furthermore, the repercussions can spread throughout **marine food chains**, impacting organisms at multiple trophic levels. Ocean acidification poses a danger to a variety of marine species, including those that are economically significant. It has the potential to influence the growth, maturation and survival of organisms at different stages of life, with potential consequences for fisheries and the general well-being of marine ecosystems (Figure 1).

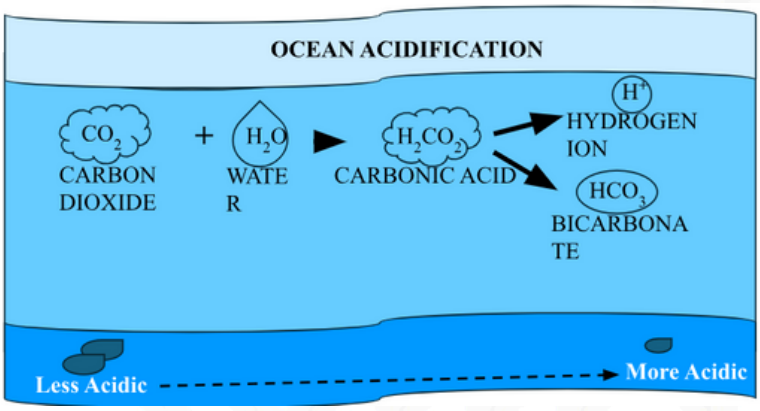


Figure 1: Ocean acidifications affect the growth, development, and survival of marine organisms.

The implications of climate change on ocean acidification and food security within the fisheries sector are of significant concern. The rise in greenhouse gas emissions because of climate change has led to elevated temperatures and altered conditions in the oceans. These changes have far-reaching effects on **marine ecosystems**, including the acidification of seawater. Climate change presents a substantial risk to food security and livelihoods by impacting rural incomes through the deterioration of marine coastal ecosystems and freshwater habitats. The increasing sea temperatures, for example, have a profound impact on the distribution and availability of fish, causing tropical fish to migrate to colder waters.

The fisheries industry heavily relies on a healthy and diverse marine ecosystem for its sustenance. However, the acidification of oceans poses a threat to the productivity and stability of fish populations. Many commercially important fish species, including shellfish and finfish, depend on the availability of food sources that are also impacted by ocean acidification. Disruptions in the food chain can lead to reduced fish populations, affecting the livelihoods of fishermen and the availability of seafood for human consumption.

Furthermore, climate change-induced ocean acidification can also have indirect effects on food security. As fish populations decline, there may be a shift in fishing efforts towards other species, potentially leading to **overfishing** and the depletion of already vulnerable stocks. This can further exacerbate food insecurity, particularly in coastal communities that heavily rely on fish as a primary source of protein and income.

"Sustainable fishing practices, including catch limits and habitat protection, are essential for maintaining fish populations and long-term food security."

Addressing the effects of climate change on ocean acidification and food security in the fisheries industry requires a multi-faceted approach. Mitigating greenhouse gas emissions through the reduction of fossil fuel consumption and transitioning to renewable energy sources is crucial. Additionally, implementing sustainable fishing practices, such as setting catch limits and protecting critical habitats, can help maintain fish populations and ensure long-term food security.

In conclusion, the effect of climate change on ocean acidification and food security in the fisheries industry is a complex issue with far-reaching implications. Urgent action is needed to mitigate climate change, reduce ocean acidification and promote sustainable fishing practices to safeguard both marine ecosystems and the livelihoods of those dependent on them.



PENULIS
Nur Hidayahanum Hamid is a Research Officer at the International Institute of Aquaculture and Aquatic Sciences (IAQUAS). Her research interests include fish diseases, probiotics, fish immune responses and microbiology.

Lignin as a Powerful Organic Sunscreen

The earth consists of several layers in which the lowest layer region is called troposphere where the weather and clouds occur. The next layer is called stratosphere with slight temperature increases with altitude and the absence of clouds. In the stratosphere, an ozone layer exists in which at any time the ozone in this layer is continuously formed and degraded. The role of the ozone layer in the stratosphere traps some UV rays from the sunlight and prevents them from reaching the planet's surface. However, the release of man-made chemicals like chlorofluorocarbon (CFCs) and nitrogenous compounds which are released from industries and household appliances (air conditioners and refrigerators) have caused reduction in oxygen molecules in the ozone layer.

"UV radiation, while essential for vitamin D synthesis, can cause long-term damage such as skin cancer, sunburns, hyperpigmentation, and premature aging."

This results in **ozone layer depletion** which leads to the increased intensity of the UV rays penetrating inside the earth's atmosphere and affecting the environment and most importantly to human health. UV radiation can be categorized into three forms which are UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm), and UVC (100-280 nm). UVA rays are able to penetrate inside the skin dermis while UVB rays are able to penetrate the basal layer of epidermis. However, UVC does not naturally reach the Earth's surface due to its short wavelength.

In general, UV radiation from the sunlight can provide good effects on the human skin such as vitamin D. However, **prolonged exposure** to these UV rays can affect the skin in the long term such as can trigger skin cancers (melanomas), sunburns, hyperpigmentation and skin aging.

Scientific communities are eager to find alternatives to protect the skin from these harmful UV radiations since protective measures such as decreasing the usage of appliances like refrigerators and air conditioners are quite impossible for the time being.

Thus, sunscreens are being developed and play a vital role in reducing skin diseases which are caused by the UV rays.

Sunscreen is a complex product which contains at least one UV filter and often a combination of other substances (e.g., surfactants, preservatives and stabilizers). UV filters are the one responsible for the absorbing, scattering and blocking of UV radiations from penetrating inside our skin. These UV filters can be classified into organic and inorganic compounds.

Each of the compound functions differently where the inorganic is able to absorb UV radiations and the organic scatter and reflect UV radiations. Examples of the organic UV filters are avobenzone and octinoxate while the inorganic ones are zinc oxide and titanium dioxide. However, the safety of UV filters for humans and the environment has been called into question due to its photoinstability and human toxicity as well as negative environmental effects.

Therefore, over the last two decades, **human-friendly biobased UV filters** have been developed and investigated along with a nanotechnology approach. Lignocellulosic biomass waste (e.g., rice husk, sugarcane bagasse and coconut husk) is among the promising feedstocks as they are available in abundant and renewable carbon-containing resources on Earth. These biomass wastes could potentially be utilized to produce bio-based polymers.

Lignin, which is one of the components of lignocellulose, is an abundant natural polyphenol. Lignin has been studied and proven to act as a UV protector and could be used for cosmeceutical applications. The anti-UV features of lignin are mostly due to the existence of unique functional groups that are capable of absorbing UV radiations which consist of chromophores and auxochromic groups.

Lignin consists of several bonds which are carbon-carbon bonds, and aryl ether bonds which link the three monomers of lignin p-hydroxy phenyl (H), guaiacyl (G), and syringyl (S). In addition, lignin also contains numerous functional groups which are methoxyl, carboxyl and phenolic hydroxyl. These functional groups and bonds are responsible for the UV protection and antioxidant properties of lignin. Besides, lignin consists of auxochromic groups from non-bonding electrons which are able to increase the UV protection properties of lignin through the combination of electron and aromatic rings of the chromophores.

Through recent advances in nanotechnology within the past few years, it has been found that lignin could also form colloidal nanoparticles known as lignin nanoparticles with lower toxicity and high UV capability as well as its scavenging properties (Zhang et al., 2023). Converting lignin into nanoparticles enhances its properties and expands its range of applications as well as exhibit high UV protection ability. When lignin nanoparticles are incorporated in sunscreen or chemical cream, they show improvement in sunscreen performance better than large lignin molecules. Lignin in nanosized has shown a better UV protection ability due to more exposed chromophore structure since it has larger surface areas compared to lignin oligomer (Liang et al., 2024).

"Lignin nanoparticles, with their enhanced UV protection and reduced toxicity, outperform traditional lignin molecules when incorporated into sunscreen formulations."

As the awareness of using green sunscreen increases, people are constantly seeking for human-friendly and environmentally friendly products. The undoubted benefit of this new active compound makes it an appealing alternative to the conventional chemical UV filters in the market. However, it faces certain challenges such as its high-cost extraction processes that require high temperatures, time and energy. Thus, to attract investments from industries to produce organic lignin on a large scale, it is a must to further evaluate and study the cost-effectiveness of the lignin valorization processes.



PENULIS
Alia Sabrina Zulkornain is currently a PhD student in working on a project related to lignin extraction while Dr Nur Izyan Wan Azelee is a senior lecturer at the Faculty of Chemical and Energy Engineering, UTM, specializing in bioprocess engineering and sustainable technologies.

Inspirasi STEM Melalui Projek Sulam Bahan Kitar Semula

Kerajaan Malaysia berusaha memastikan pendidikan STEM setaraf dengan negara maju melalui Pelan Pendidikan Malaysia 2013-2025 yang mengekalkan nisbah 60:40 antara pendidikan Sains/Teknikal dan Seni. Namun, minat rendah pelajar terhadap STEM menghalang pencapaian matlamat ini. Hanya **22.8% pelajar tingkatan empat memilih aliran sains** menyebabkan penurunan permohonan jurusan STEM di universiti. Ini telah menyumbang kepada pengurangan bilangan graduan untuk sektor berteknologi tinggi. Ahli pendidikan mencadangkan agar sukatan pelajaran Sains dan Matematik di sekolah rendah dipermudahkan untuk meningkatkan minat pelajar.

Hanya 22.8% pelajar tingkatan empat memilih aliran sains menyebabkan penurunan permohonan jurusan STEM di universiti. Ini telah menyumbang kepada pengurangan bilangan graduan untuk sektor berteknologi tinggi.

Selain daripada itu, masalah pembuangan sampah di Malaysia semakin kritikal, terutama di Negeri Sembilan di mana tapak pelupusannya hampir mencapai kapasiti penuh. Jumlah sampah harian mencecah 40 juta kilogram, menyebabkan **kos pengurusan meningkat** dan ini menuntut pendekatan yang lebih berkesan seperti pengasingan sisa dan kitar semula. Walaupun insinerator boleh menjadi solusi, tetapi kos dan tentangan awam menjadi halangan. Usaha perlu dipertingkatkan untuk mempromosikan budaya 3R dan pengurangan penggunaan plastik bagi mengurangkan beban tapak pelupusan sampah.

Bagi membantu mengatasi kedua-dua masalah yang dinyatakan di atas, satu modul penggunaan bahan kitar semula telah dibangunkan oleh pelajar USIM. Modul ini dapat menjelaskan kepada pelajar sekolah perkaitan antara penggunaan bahan kitar semula dan al-Quran selain memberi galakan kepada pelajar untuk berinovasi melalui ilmu STEM dalam menjaga kelestarian alam ciptaan Allah S.W.T.

Melalui modul tersebut, satu program Service Learning Malaysia – University for Society (SULAM) telah dilaksanakan melibatkan pelajar Kursus Pementoran STREAM bagi Makmal Sains Sekolah Menengah, Universiti Sains Islam Malaysia (USIM) bersama pihak Sekolah Menengah Kebangsaan Dato' Shahardin (SMKDS), Labu, Negeri Sembilan.

Program yang dijalankan pada 3 Januari 2024 ini telah melibatkan para fasilitator yang terdiri daripada 35 orang pelajar USIM bagi membimbing seramai hampir 200 pelajar sekolah. Program ini bertujuan untuk memberi kesedaran kepada pelajar sekolah akan pentingnya penggunaan semula bahan terbuang untuk menjaga alam sekitar di samping meningkatkan minat pelajar di dalam bidang STEM.

Modul penggunaan bahan kitar semula ini terpecah kepada enam modul kecil iaitu:

1) Modul Sistem Pencernaan Manusia
Modul ini adalah model interaksi simulasi pencernaan makanan yang diambil daripada tajuk nutrisi di dalam silibus Tingkatan 2.

Pelajar dibimbing menggunakan bahan-bahan terbuang yang dikitar semula, contohnya botol plastik dan kertas-kertas terpakai bagi menghasilkan model sistem pencernaan manusia. Ini seterusnya memperkukuhkan pemahaman mereka untuk mengingati perjalanan makanan dicernakan sehingga ia dinyahtinjakan. Daripada maklumbalas 145 pelajar, 86.21% menyatakan modul aktiviti Sistem Pencernaan Manusia membantu mereka mengingati nama organ, manakala 84.83% mengatakan modul ini berguna dalam pelajaran mereka.



Pelajar membangunkan produk inovasi sistem pencernaan manusia melalui botol terpakai

2. Modul Kapur Kulit Telur

Aktiviti kapur dari kulit telur ini adalah untuk mengurangkan sisa dan bahan buangan. Melalui modul ini, pelajar melakukan aktiviti *hands-on* untuk membangunkan produk inovasi kapur tulis melalui kulit telur. Ini membolehkan pelajar mengetahui kandungan dan kegunaan kulit telur untuk aplikasi proses kimia dalam penghasilan bahan baru daripada bahan kitar semula. Modul ini juga merangkumi silibus Kimia Tingkatan 4 bagi tajuk Asid dan Bes, serta silibus Kimia Tingkatan 5 bagi tajuk Termokimia. Sebanyak 83.45% responden bersetuju bahawa modul aktiviti kapur kulit telur menyeronokkan dan menambah pengetahuan dalam penghasilan kapur dari bahan buangan. Selain itu, 88.28% juga bersetuju bahawa aktiviti ini adalah kaedah menarik untuk meningkatkan pengetahuan pelajar dalam bidang sains.



Pelajar membangunkan produk inovasi kapur tulis melalui kulit telur

3. Modul Color-Changing Paint

Modul Color-Changing Paint adalah aktiviti yang bertujuan untuk membuktikan bahan semula jadi yang digunakan dalam kehidupan seharian boleh diklasifikasikan sebagai asid atau alkali, sambil menggabungkan konsep sains dengan seni. Terdapat juga bahan semula jadi yang boleh digunakan sebagai penunjuk semesta seperti bunga telang untuk bertindak balas dengan bahan asid dan alkali.

Sebelum pelajar membangunkan produk inovasi penunjuk pH semesta melalui bunga telang, fasilitator telah menerangkan konsep asid dan alkali kepada para pelajar serta menyatakan contoh-contoh bahan organik yang merupakan bahan asid dan alkali seperti yang terdapat dalam silibus Sains Tingkatan 2 dan Silibus Kimia Tingkatan 4.

Pelajar-pelajar juga dapat menggunakan cat yang telah dihasilkan untuk menghasilkan lukisan yang menarik. Sebanyak 82.76% pelajar bersetuju bahawa modul ini

berkesan dalam mengaplikasi konsep asid dan alkali, manakala 84.43% bersetuju ia menghubungkaitkan sains dan seni. Namun, 17.24% dan 15.57% pelajar masing-masing menunjukkan ketidakpastian atau pandangan kurang positif, mungkin kerana kesukaran memahami kandungan atau gaya pembelajaran yang berbeza.



Pelajar membangunkan produk inovasi penunjuk pH semesta melalui bunga telang

4. Modul Penapis Air DIY

Alat penapis air mudah alih untuk aktiviti luar berfungsi untuk menapis air kotor yang diperlukan dalam situasi kecemasan atau bekalan air bersih yang tidak mencukupi seperti banjir. Projek ini dipilih untuk memanfaatkan botol plastik dikitar semula dan bahan-bahan penting seperti pasir, batu dan arang aktif. Penapisan air dapat berlaku dengan berkesan melalui penjerapan fizikal oleh bahan-bahan yang digunakan. Alat ini sesuai dilaksanakan oleh pelajar Tingkatan 2 kerana terdapat dalam silibus mereka iaitu Subjek Sains dengan topik Air dalam bab 5.

Sebelum membangunkan produk inovasi penapis air DIY melalui barangan terbuang, fasilitator telah menerangkan tentang konsep penapisan air kepada para pelajar supaya mereka dapat memahami bagaimana alat penapis air mudah alih ini dapat berfungsi. Sebanyak 95.17% pelajar bersetuju bahawa aktiviti penapis air DIY membantu memahami proses penapisan air. Selain itu, 88.96% pelajar bersetuju aktiviti ini memberi faedah dan ilmu baharu, menunjukkan keberkesanan pendekatan praktikal dalam meningkatkan pemahaman dan minat mereka.



Pelajar membangunkan produk inovasi penapis air DIY melalui barangan terbuang

5. Modul Kertas Batang Pisang

Penghasilan kertas memiliki impak besar terhadap penebangan pokok dan ekosistem hutan. Dalam konteks ini, projek ini bertujuan untuk mengeksplorasi alternatif yang berterusan dalam pembuatan kertas, dengan menggunakan batang pisang sebagai bahan utama. Batang pisang, yang sering dianggap sebagai sumber pertanian, memiliki potensi untuk dijadikan bahan utama untuk menggantikan serat kayu dalam industri kertas. Dengan pendekatan inovatif ini, masyarakat dapat mengurangkan tekanan terhadap hutan dan memberikan kesan positif terhadap kelestarian hidupan yang turut dipelajari oleh pelajar sekolah melalui subjek Asas Kelestarian, Tingkatan 5.

Modul ini memberikan gambaran menyeluruh tentang proses pembuatan kertas menggunakan batang pisang, melibatkan langkah-langkah prosedur,

ciri-ciri kertas yang dihasilkan, serta kesannya terhadap hidupan. Pelajar telah membangunkan produk inovasi kertas melalui batang pisang di mana sebanyak 92.41% bersetuju modul ini meningkatkan pengetahuan mereka dalam penghasilan kertas daripada batang pisang. Selain itu, 88.27% bersetuju modul ini membantu kefahaman dalam bidang sains secara tidak langsung.



Pelajar membangunkan produk inovasi kertas melalui batang pisang

6. Modul Alat Pemadam Api

Pelajar sekolah menengah diajar langkah keselamatan di makmal, termasuk cara menggunakan alat pemadam api, jenis kebakaran dalam buku teks Sains Tingkatan 4 dan sifat kimia asid dalam buku teks Kimia Tingkatan 4. Alat pemadam api merupakan satu alat yang diperlukan bagi memadam atau mengawal kebakaran di peringkat awal. Modul alat pemadam api ini melibatkan campuran baking soda dan cuka dalam bekas tertutup yang dipasang dengan belon. Apabila campuran tersebut bertindak balas, karbon dioksida dihasilkan dan mengembungkan belon. Projek mudah ini menggambarkan prinsip menggunakan karbon dioksida sebagai pemadam api, serta mempromosikan pemahaman mekanisme keselamatan kebakaran kepada pelajar. Maklum balas pelajar setelah membangunkan produk inovasi alat pemadam api melalui baking soda dan cuka, 87.59% pelajar bersetuju bahawa alat pemadam api yang mereka hasilkan adalah mudah, dan 87.58% bersetuju alat ini berguna. Aktiviti ini membantu murid memahami konsep asas kebakaran, pemadamannya serta memberi pengetahuan dan kemahiran keselamatan diri, sambil menghasilkan alat pemadam api daripada bahan kitar semula.

Program SULAM yang menggunakan bahan kitar semula oleh pelajar USIM berjaya meningkatkan minat pelajar sekolah terhadap STEM. Melalui modul-modul inovatif, pelajar mendapat pemahaman lebih mendalam tentang konsep sains, selain memupuk kesedaran tentang kelestarian alam. Inisiatif ini turut membantu mengatasi masalah pembuangan sampah sambil memperkukuhkan pengetahuan STEM di kalangan pelajar.

Projek ini telah dijalankan di bawah Geran Go Green: Service Learning Via Lab In A Box (PPPI/PENTADBIR/FST/USIM/18923).

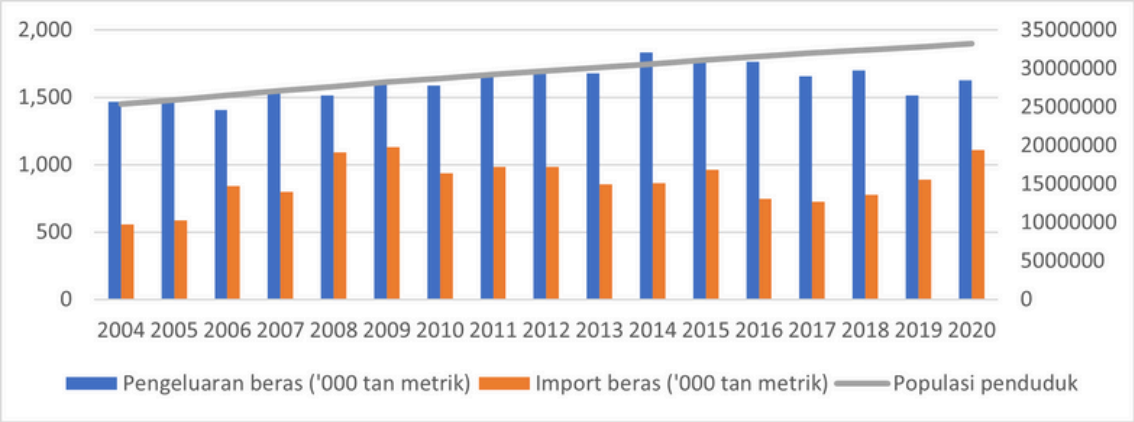


PENULIS

Dr Mohd Hafiz Abu Hassan telah memenangi beberapa anugerah berprestij pada tahun 2022 seperti Anugerah Emas di IUCEL, IIC, ICOSTEM dan IBC. Inovasi beliau, “Online Lab in a Box Hands-on Activity: DIY Soap,” telah mendapat hak cipta dengan fail No. LY2022W04607.

Adaptasi Pertanian Padi Malaysia dalam Era Perubahan Iklim

Malaysia, sebuah negara di Asia Tenggara yang terkenal dengan landskap tropika yang subur dan sektor pertaniannya yang berkembang pesat, kini menghadapi cabaran besar dalam memastikan kemampanan tanaman utamanya, iaitu padi. Ketika kesan perubahan iklim semakin dirasai, pengeluaran beras negara, yang merupakan tiang utama keterjaminan makanan, berdepan dengan pelbagai implikasi alam sekitar. Tanaman padi yang diproses untuk menghasilkan beras, adalah makanan ruji yang menjadi tiang utama keterjaminan makanan dan ekonomi luar bandar Malaysia.



Jumlah pengeluaran beras, import beras dan populasi Malaysia dari tahun 2004 hingga 2020

Tanaman yang memerlukan banyak air ini tumbuh subur dalam iklim panas dan lembap negara ini, menjadikannya penyumbang penting kepada kemandirian negara dalam pengeluaran makanan. Namun, perubahan corak suhu, hujan dan kejadian cuaca ekstrem yang dikaitkan dengan perubahan iklim kini memberi cabaran besar kepada pengeluaran padi di Malaysia. Situasi ini mengakibatkan **kebergantungan kepada import beras** semakin meningkat kesan daripada ketidakcukupan pengeluaran demi memenuhi permintaan yang semakin meningkat (Rajah 1).

Salah satu kebimbangan utama adalah **kesan peningkatan suhu terhadap hasil padi**. Keadaan ini sangat mempengaruhi prospek pengeluaran padi tempatan, bermula daripada kekurangan bekalan air yang diakibatkan oleh musim kemarau atau cuaca panas yang tidak menentu. Di mana kenaikan suhu memberi kesan yang ketara terhadap pengeluaran padi dengan mewujudkan keadaan yang menggalakkan untuk pembiakan perosak dan penyebaran penyakit, di samping secara langsung mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia dalam tumbuhan padi.

Selain itu, peningkatan suhu menjejaskan pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi, serta mengurangkan kualiti bijirin dan produktiviti keseluruhan. Kajian menunjukkan bahawa bagi setiap peningkatan 1°C dalam suhu maksimum siang atau malam di luar julat optimum, hasil

padi boleh menurun sehingga 7-8%, manakala suhu yang tinggi semasa fasa pertumbuhan boleh menyebabkan pengurangan bilangan bijirin dan hasil yang lebih rendah. Tekanan suhu tinggi menjejaskan kualiti bijirin, dengan peningkatan kandungan kanji tetapi pengurangan kandungan protein, yang membawa kepada kerugian hasil dalam beberapa varieti padi.

Kenaikan suhu sebanyak 1°C di luar julat optimum boleh menyebabkan penurunan hasil padi sebanyak 7% hingga 8%.

Selain turun naik suhu, ketidakpastian corak hujan juga menimbulkan cabaran besar. Penanaman padi sangat **bergantung kepada masa dan pengedaran hujan monsun** yang menyediakan kelembapan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Walau bagaimanapun, perubahan iklim telah mengganggu corak cuaca, menyebabkan berlakunya banjir besar. Kejadian cuaca ekstrem ini boleh memusnahkan sawah padi dan keseluruhan hasil tuaian. Kesan daripada impak perubahan iklim ini turut menjejaskan kehidupan komuniti luar bandar yang bergantung kepada pengeluaran padi.

Ramai petani kecil, yang menjadi tulang belakang kepada industri beras Malaysia, menghadapi tekanan kewangan yang semakin meningkat apabila hasil tuaian mereka merosot dan kos input meningkat.

Sebagai tindak balas kepada cabaran-cabaran ini, kerajaan Malaysia telah meningkatkan usaha untuk menangani kesan perubahan iklim terhadap pengeluaran padi. Antaranya adalah pengeluaran **varieti tanaman tahan kemarau**. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) telah memperkenalkan sebanyak 53 varieti padi di Malaysia, termasuk varieti MR297 yang mempunyai daya tahan terhadap beberapa jenis penyakit, tahan kemarau, dan mempunyai hasil yang agak tinggi.

Tidak ketinggalan, institusi pendidikan tinggi di Malaysia turut memainkan peranan penting. Penyelidik daripada Universiti Putra Malaysia telah memperkenalkan benih **Climate Ready** (CR) melalui pembangunan tanaman padi iklim tersedia untuk memastikan keterjaminan makanan di Malaysia. Projek rintis pertama benih CR sedang dilaksanakan dengan kerjasama Lembaga Kemajuan Pertanian Kemubu (KADA).

"Projek rintis benih Climate Ready (CR) sedang dilaksanakan untuk menghadapi cabaran iklim, menjanjikan ketahanan terhadap cuaca panas melampau."

Kelebihan benih CR ini adalah tahan lasak, mampu hidup dalam cuaca panas melampau dan kering. Varieti baharu padi ini masih di peringkat kajian penentuusahaan setempat atau Local Verification Trial (LVT) di tujuh jelapang padi utama Semenanjung Malaysia, termasuk di kawasan luar jelapang di bawah pengurusan Jabatan Pertanian Malaysia (Padi Baharu Rintang Kemarau, 2024). Dengan adanya kepelbagaian varieti benih padi ini, ia dijangka dapat mendokong pengeluaran padi dan beras demi untuk keterjaminan makanan di Malaysia.

Kesan perubahan iklim yang menimbulkan ancaman serius terhadap kemampanan

pengeluaran padi di Malaysia adalah isu kompleks yang memerlukan pendekatan holistik dan kolaboratif. Ia memerlukan pendekatan pelbagai aspek yang menggabungkan inovasi teknologi, sokongan dasar dan penglibatan aktif petani serta komuniti luar bandar. Hanya dengan cara ini, Malaysia dapat memastikan bahawa warisan penanaman padinya terus berkembang, menyumbang kepada masa depan yang lebih berdaya tahan dan menjamin makanan untuk semua.

Namun, kejayaan inisiatif ini sebahagian besarnya bergantung kepada penerimaan, usaha proaktif dan pelaksanaan meluas oleh petani, serta sokongan berterusan daripada pihak kerajaan. Komitmen jangka panjang daripada semua pihak berkepentingan adalah sangat penting dalam memastikan kemampanan pengeluaran padi Malaysia dalam menghadapi perubahan iklim.



PENULIS

Dr Nurnaddia Nordin ialah pensyarah kanan dalam bidang ekonomi di Fakulti Keusahawanan dan Perniagaan dan Felo Bersekutu, Pusat Penyelidikan dan Inovasi Keusahawanan Global (GERIC), UMK. Beliau terlibat dalam 20 geran penyelidikan tempatan dan antarabangsa dengan 52 hasil penyelidikan berjaya diterbitkan dalam pelbagai jurnal dalam bidang ekonomi, kewangan, pengurusan dan keusahawanan.



PENULIS

Dr Nurhaiza Nordin ialah pensyaran kanan bidang Ekonomi di UMK. Sebanyak 58 hasil penyelidikan beliau berjaya diterbitkan dalam pelbagai jurnal berimpak serta memenangi 15 pingat emas dan 8 anugerah khas dalam pertandingan inovasi tempatan dan antarabangsa.

Mengapa Serangga Menjadi Jawapan kepada Kelestarian Makanan

Populasi dunia kian berkembang pesat dan diramalkan bakal mencapai 10 bilion orang menjelang tahun 2050. Seiring dengan itu, permintaan makanan, terutamanya yang berasaskan protein, akan meningkat sehingga 75% menjelang 2050. Walau bagaimanapun, dengan tanah pertanian dan sumber air yang semakin terhad, kaedah pertanian tradisional dilihat tidak relevan dengan prinsip kelestarian.

Serangga menghasilkan gas rumah kaca dan ammonia jauh lebih sedikit serta memerlukan sumber yang lebih kecil untuk diternak, menjadikannya pilihan protein yang mesra alam dan lestari.

Sebagai contoh, amalan pengeluaran produk berasaskan protein daging secara amnya memberi sumbangan ketara kepada **kemerosotan alam sekitar**, termasuk penebangan hutan dan pelepasan gas rumah kaca, yang memburukkan lagi perubahan iklim. Satu penyelesaian yang progresif adalah dengan berubah kepada protein alternatif yang boleh menawarkan khasiat dan kelestarian yang lebih unggul berbanding produk konvensional daging.

Secara umumnya, terdapat tiga tujahan utama untuk menggantikan protein daging dengan sumber yang lebih lestari – **protein tumbuhan**, **protein serangga** dan **daging terkultur**. Entomofagi, atau pengambilan serangga sebagai makanan, adalah salah satu praktis yang semakin mendapat perhatian global. Rasional untuk entomofagi adalah disebabkan kekurangan tanah pertanian yang boleh diusahakan. Amalan ini lebih lazim di kawasan tropika, selaras dengan kekayaan biodiversiti serangga dengan populasi yang lebih dinamik dan mudah untuk diperoleh.

Tambahan pula, **kekayaan biodiversiti** di negara kita terutamanya di Sabah dan Sarawak memungkinkan penemuan serangga baharu yang relevan kepada praktis entomofogi ini. Lebih daripada 50 spesies serangga boleh dimakan di Sabah, Malaysia, termasuk larva lebah, belalang dan ulat sagu. Serangga biasanya dipanggang kerana mudah, terutama di kawasan terpencil. Walaupun entomofagi tidak biasa diamalkan, serangga ini sering dimakan oleh masyarakat Kadazandusun, Murut, Bajau dan kaum lain semasa zaman kanak-kanak mereka.

Serangga adalah protein alternatif yang **kaya nutrisi** berbanding dengan sumber daging tradisional. Mereka mengandungi kandungan protein yang tinggi (35-61%), lipid (13-33%) serta vitamin dan mineral penting. Protein serangga sangat mudah dicerna (76-98%), menjadikannya sumber yang berharga kepada diet. Selain itu, serangga memerlukan tanah dan sumber yang lebih sedikit untuk diternak berbanding ternakan konvensional, menjadikannya pilihan yang sangat mesra alam.

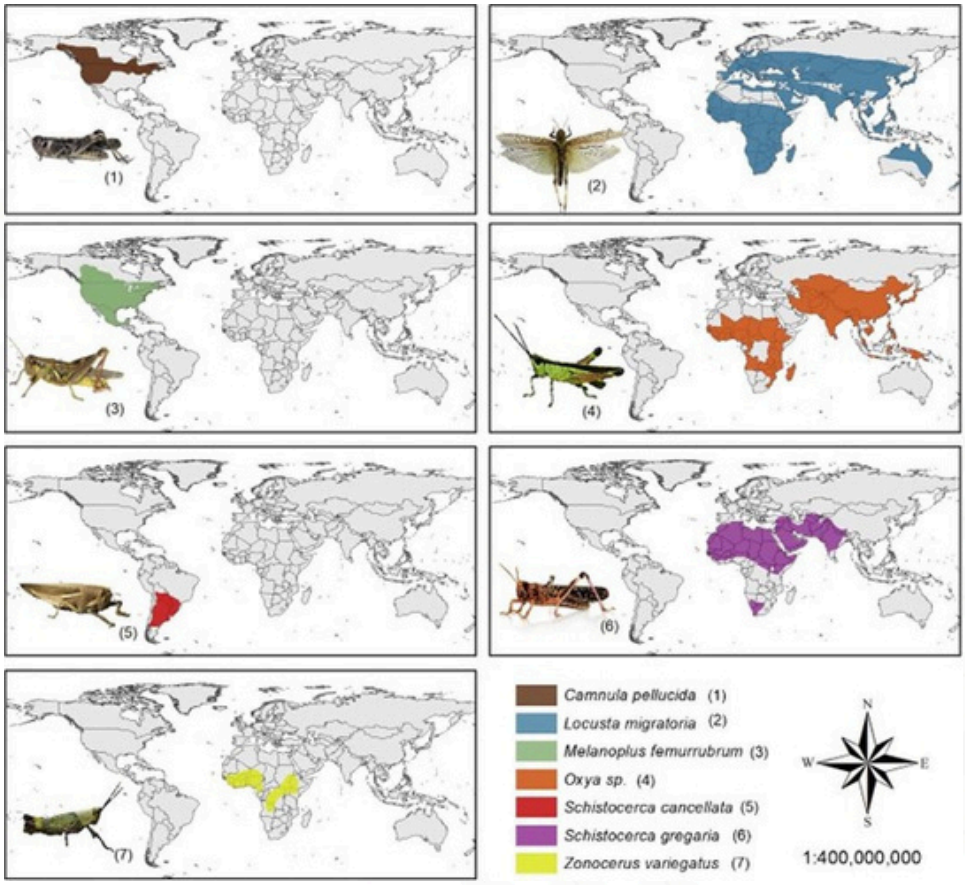
Contohnya, serangga menghasilkan gas rumah kaca dan ammonia yang jauh lebih sedikit dan mempunyai kecekapan penukaran makanan yang tinggi — dua kali ganda daripada ayam dan babi dan lebih daripada lima kali ganda daripada lembu. Pengeluaran 1 kg protein serangga seperti belalang hanya menggunakan enam kali

ganda tanah, 2000 kali ganda air dan 100 kali ganda kurang gas rumah hijau berbanding penternakan lembu.

Maka, secara keseluruhannya, serangga adalah antara protein alternatif terbaik dalam menangani keterjaminan makanan kerana bernutrisi tinggi. Namun begitu, faktor luaran serangga seperti morfologi yang menggelikan, terutama sekali buat individu yang fobia akan serangga, masih menjadi antara cabaran terbesar dalam penggunaan sumber protein ini. Solusinya? – pemprosesan kepada produk hiliran seperti tepung, sebelum diintegrasikan kepada makanan-makanan ruji seperti roti, kek dan sebagainya.

Antara serangga yang paling popular dari perspektif halal adalah belalang. Belalang adalah serangga herbivor daripada order Orthoptera yang berpotensi sebagai sumber makanan protein. Ajaran Islam membenarkan penggunaan belalang, dengan pelbagai hadis sahih yang menyokong amalan ini. Sebagai contoh, satu hadis menyatakan, **"Dua jenis bangkai yang dibenarkan kepada kami: ikan dan belalang"** (Sunan Ibn Majah: 3218).

Hadis lain menceritakan bahawa Nabi dan sahabatnya memakan belalang semasa kempen ketenteraan (Sahih Muslim 1952, Sunan Abi Dawud 4357, Sunan al-Nasa'ie 4357). Menurut laman sesawang Maktabah



Taburan spesies belalang di seluruh dunia. Taburan spesies meliputi 16 negara yang kebanyakannya berada di bawah garis kemiskinan.

Al-Bakri oleh mantan Menteri Agama, Dr Zulkifli Mohamad Al Bakri, beliau memetik beberapa nas Quran dan Hadis yang membenarkan penggunaan belalang sebagai sumber makanan yang halal.

Walau bagaimanapun, pendapat mengenai kebolehan memakan serangga yang lain dari belalang masih berbeza antara empat mazhab utama Sunni. Sehubungan itu, hanya belalang yang menjadi serangga yang popular di kalangan komuniti Muslim di negara-negara seperti Arab Saudi, Yaman dan Kuwait. Malah, telur belalang adalah makanan istimewa di kalangan orang Arab. Di negara kita, juadah belalang seperti kerutuk belalang semakin mendapat tempat di kalangan penggemar makanan eksotik dan menawarkan pendapatan tambahan kepada penduduk setempat.

Kesimpulannya, serangga menawarkan sumber protein alternatif yang lestari dan berkhasiat dan menawarkan potensi penyelesaian kepada cabaran keselamatan makanan masa depan. Namun, lebih banyak kajian diperlukan mengenai status halal pelbagai serangga lain yang boleh dimakan. Ini adalah penting untuk memanfaatkan pasaran makanan halal global yang semakin berkembang, yang bernilai AS$1.4 trilion pada 2017, dan dijangka mencapai AS$2.6 trilion menjelang 2023.



PENULIS
Dr Muhamad Hafiz Abd Rahim ialah seorang pensyarah di Fakulti Sains dan Teknologi Makanan, UPM. Beliau aktif menjalankan kajian dan penulisan dalam bidang kelestarian makanan dan telah menerbitkan kira-kira 50 jurnal artikel.

Nutrisi dan Risiko Serangga Sebagai Makanan Alternatif

Dari perspektif budaya, belalang sudah menjadi makanan ruji di banyak kawasan di Afrika, Asia dan Amerika Selatan. Mereka adalah antara serangga yang secara jumhurnya dianggap halal dan kosher, menjadikannya sumber protein yang boleh diterima untuk komuniti Muslim dan Yahudi. Dikenali sebagai "protein biblikal," belalang turut menjadi sebahagian daripada diet Yohanes Pembaptis, menonjolkan kepentingan sejarah pemakanan belalang yang turut melibatkan agama Kristian.

Belalang mengandungi tahap protein tinggi yang kaya dengan asid amino penting, menjadikannya sumber makanan alternatif yang unggul untuk masa depan.

Komposisi utama belalang adalah terdiri daripada protein, yang membentuk antara 35-77% daripada berat kering mereka. Kandungan protein yang tinggi ini **melebihi sumber protein haiwan dan tumbuhan tradisional** seperti daging lembu, ayam, ikan, soya dan jagung. Protein dalam belalang kaya dengan asid amino penting seperti fenilalanin, valin, treonin, triptofan, isoleusin, metionin, leusin dan lisin, yang penting untuk pembangunan badan dan mesti diperoleh daripada diet.

Sementara itu, **kandungan karbohidrat** dalam belalang berbeza antara 4.05% hingga 5.51%, terutamanya dalam bentuk glikogen dan kitin. Kitin, komponen utama eksoskeleton serangga, juga berfungsi sebagai serat pemakanan. Walaupun serangga mengandungi pelbagai jumlah kitin, belalang mempunyai kandungan kitin yang agak rendah sekitar 2%, yang meningkatkan pencernaan dan keterlarutan protein mereka. Tahap kitin yang rendah ini menyumbang kepada kualiti pemakanan yang lebih baik dan meningkatkan bioavailabiliti protein dalam belalang.

Lemak adalah nutrien kedua terbesar dalam belalang, yang terdiri daripada asid lemak penting seperti omega-3 dan omega-6. Lemak adalah nutrien kedua terbesar dalam belalang, yang terdiri daripada asid lemak penting seperti omega-3 dan omega-6. Asid lemak poli tak tepu ini bermanfaat untuk kesihatan, mengurangkan risiko diabetes dan menurunkan tekanan darah. Cengkerik, saudara kepada belalang, mempunyai kandungan asid lemak tak tepu yang tinggi, termasuk asid linoleik dan asid oleik. Belalang juga mengandungi sehingga 67% lemak, dengan tahap asid palmitoleik, linoleik dan α-linolenik yang ketara.

Belalang kaya dengan **mikronutrien**, termasuk kalium, natrium, kalsium, kuprum, besi, zink, mangan dan fosforus. Mereka juga mengandungi pelbagai vitamin seperti A, B1, B2, B6, B12, C, D, E dan K. Kandungan vitamin yang tinggi dalam belalang menjadikannya sumber makanan atau suplemen alternatif yang sangat baik, terutama untuk populasi yang kurang zat makanan.

Sebagai contoh, belalang gurun mempunyai tahap kalsium, besi dan zink yang ketara, setanding atau lebih tinggi daripada yang terdapat dalam kambing, daging lembu dan babi. Mereka juga merupakan sumber vitamin D3, A dan E, yang sering tidak terdapat dalam sumber daging tradisional.

Selain itu, belalang migratori mengandungi tahap vitamin B12 (cobalamin) antara lima hingga sepuluh kali lebih tinggi daripada

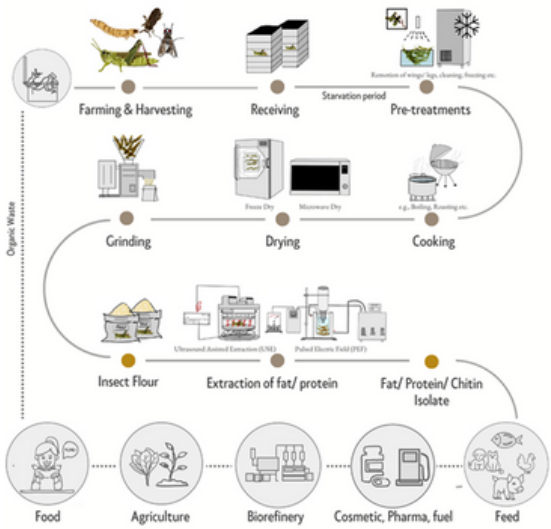
daging lembu, menjadikannya ia sebagai sumber vitamin yang unggul. Tambahan pula, untuk yang memilih gaya hidup vegan, vitamin B12 adalah antara vitamin yang paling sukar diganti dari makanan berasaskan tumbuhan kerana sumber utamanya adalah dari haiwan. Vitamin B12 adalah penting dalam meningkatkan kesihatan DNA dan kesihatan darah, dan menjadi pelengkap kepada vitamin B (asid folik).

Serangga, walaupun berkhasiat dan mampan, boleh menjadi **takungan mikroorganisma berbahaya**. Mereka boleh membawa dan menyebarkan pelbagai patogen, termasuk bakteria, kulat dan virus, yang menimbulkan risiko kesihatan kepada manusia. Serangga yang boleh dimakan boleh mengandungi bakteria patogen seperti Staphylococcus aureus, Clostridium spp. dan Bacillus cereus.

Kajian menunjukkan bahawa mendidihkan serangga seperti belalang dan cengkerik boleh mengurangkan jumlah bakteria dengan ketara, tetapi cara penyimpanan yang salah boleh menyebabkan pertumbuhan bakteria dan kerosakan. Kulat, termasuk yis dan fungus, boleh terdapat pada serangga hidup dan mati. Sesetengah kulat menghasilkan mikotoksin, yang berbahaya kepada kesihatan manusia dan sukar dihapuskan.

Mikotoksin lazimnya dihasilkan oleh kulat Aspergillus yang didedahkan dengan situasi tekanan, seperti haba, kelembapan atau kaedah penyimpanan yang tidak kondusif. Mikotoksin diklasifikasikan sebagai mutagen yang boleh menyebabkan perubahan DNA dan seterusnya menjurus kepada pertumbuhan kanser terutamanya di bahagian hati. Kaedah pembungkusan, penyimpanan dan pengangkutan yang betul adalah penting untuk mencegah pencemaran kulat selepas pemprosesan. Selain itu, kaedah penternakan yang betul, seperti mengosongkan bahagian perut serangga sebelum penuaian boleh mengurangkan risiko mikroorganisma usus dan beban toksin.

Sebagaimana makanan kaya protein yang lain, serangga boleh menyebabkan reaksi alahan akibat kehadiran protein yang menyerupai protein dalam makanan laut (krustasea), seperti tropomyosin. Orang yang alah kepada makanan laut mungkin juga bertindak balas terhadap protein serangga. Reaksi alahan termasuk masalah perut, ruam kulit, dan masalah pernafasan. Oleh itu, pelabelan dan pendidikan pengguna yang betul adalah penting untuk mencegah reaksi alahan.



Proses pembuatan tepung serbaguna serangga untuk kegunaan industri makanan. Pengeringan lazimnya dibuat selepas belalang "dipuasakan" untuk mengurangkan kehadiran kuman dalam perut serangga.

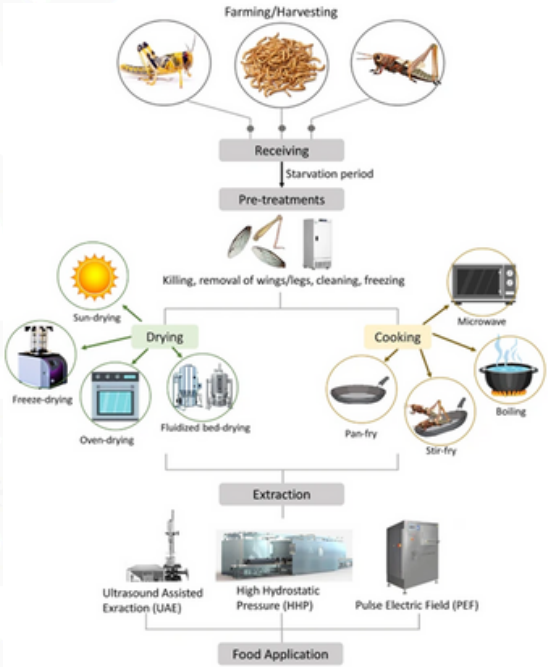


PENULIS
Dr Muhamad Hafiz Abd Rahim ialah seorang pensyarah di Fakulti Sains dan Teknologi Makanan, UPM. Beliau aktif menjalankan kajian dan penulisan dalam bidang kelestarian makanan dan telah menerbitkan kira-kira 50 jurnal artikel.

Protein Halal daripada Serangga

Penternakan serangga seperti belalang semakin mendapat perhatian sebagai industri yang berdaya maju. Kemajuan dalam teknik penanaman telah **mengurangkan masa** yang diperlukan untuk menternak belalang — daripada 40 minggu kepada hanya 2 minggu. Selain itu, kaedah pertanian vertikal dapat meningkatkan pengeluaran biojisim sehingga 10 kali ganda per kaki persegi, menjadikannya sebagai amalan pertanian yang lestari.

Untuk menjalani kitar hidup dengan baik, belalang memerlukan persekitaran yang mempunyai suhu antara 25°C hingga 30°C serta kelembapan relatif sekitar 50% hingga 70%. Belalang biasanya memakan daun tumbuhan dan sisa pertanian sebagai diet utama mereka. Bergantung kepada tujuan penggunaan, belalang boleh dituai pada pelbagai peringkat kitar hidupnya — sama ada sebagai sumber protein untuk manusia, makanan ternakan atau untuk tujuan penyelidikan.



Proses pembuatan produk hiliran serangga, termasuk belalang.

Proses penuaian belalang lazimnya melibatkan penyejukan, di mana belalang akan didinginkan untuk melambatkan metabolisme mereka. Ini dilakukan bagi memastikan belalang lebih mudah diuruskan dan diproses, sama ada untuk dijadikan makanan atau produk lain. Dengan langkah ini, belalang kekal segar dan kualiti produk akhir dapat dipelihara.

Untuk menjalani kitar hidup dengan baik, belalang memerlukan persekitaran yang sekitar 50% hingga 70%. Belalang biasanya memakan daun tumbuhan dan sisa pertanian sebagai diet utama mereka. Bergantung kepada tujuan penggunaan, belalang boleh dituai pada pelbagai peringkat kitar hidupnya — sama ada sebagai sumber protein untuk manusia, makanan ternakan atau untuk tujuan penyelidikan.

Proses penuaian belalang lazimnya melibatkan penyejukan, di mana belalang akan didinginkan untuk **melambatkan metabolisme** mereka. Ini dilakukan bagi memastikan belalang lebih mudah diuruskan dan diproses, sama ada untuk dijadikan makanan atau produk lain. Dengan langkah ini, belalang kekal segar dan kualiti produk akhir dapat dipelihara.

Walaupun mempunyai banyak manfaat, penternakan belalang tidak terlepas dari cabaran. Pengurusan penyakit adalah penting, kerana jangkitan kulat, bakteria, virus dan protozoa boleh memberi kesan besar kepada populasi belalang. Amalan kebersihan yang baik, penggunaan varieti yang tahan penyakit dan pelaksanaan

protokol biosekuriti yang ketat adalah penting untuk mencegah wabak penyakit. Kemandirian belalang, dipengaruhi oleh kadar perkembangan, kelangsungan pembiakan dan tingkah laku. Persaingan intra dan inter-spesifik, kekurangan sumber makanan dan perubahan persekitaran semuanya boleh menyumbang kepada kemandirian belalang. Amalan pengurusan yang berkesan diperlukan untuk memastikan kelangsungan populasi belalang dan kemampanan operasi penternakan.

Bagi komuniti Muslim, bukan sekadar kemampanan; makanan berasaskan serangga seperti belalang perlu **memenuhi keperluan syariah dan halal**. Pensijilan halal melibatkan kriteria utama seperti: makanan mesti bebas daripada haiwan yang dilarang, disediakan dengan peralatan bersih dan tidak tercemar oleh sebarang bahan kotor semasa pemprosesan atau penyimpanan dan selamat untuk dimakan.

Untuk meningkatkan penerimaan, belalang boleh diproses menjadi serbuk atau tepung halus yang berfungsi sebagai **bahan tambahan** dalam pelbagai produk makanan seperti roti, biskut atau kek. Proses ini melibatkan pengeringan belalang dengan kaedah seperti pengeringan beku atau udara panas, diikuti pengisaran untuk menghasilkan tepung yang boleh dicampurkan ke dalam adunan makanan.

Tepung atau protein belalang boleh ditambah ke dalam makanan seperti kerepek, bijirin dan biskut untuk meningkatkan nilai pemakanan mereka. Pengeluaran snek ini melibatkan proses pengeringan, pencampuran dan pengekstrakan, yang secara signifikan meningkatkan kandungan protein dan daya cerna produk akhir, menjadikannya pilihan makanan yang berkhasiat dan mudah diterima oleh pengguna.

Selain itu, belalang juga kaya dengan lipid, menjadikannya sesuai untuk **pengekstrakan minyak**. Minyak ini boleh digunakan dalam memasak atau sebagai bahan tambahan

Dengan memenuhi piawaian halal dan menyesuaikan dengan citarasa tempatan, makanan berasaskan serangga dapat membuka peluang besar dalam pasaran Muslim global.

dalam produk makanan lain seperti jem, mayonis atau sos, memberikan alternatif yang lebih sihat dan lestari dalam industri makanan. Secara tradisional, belalang di negara-negara Muslim disediakan dengan memanggang, menggoreng, mengukus, merebus dan mengawet. Di Malaysia, belalang padi digoreng dengan kunyit dan garam, manakala di Indonesia, belalang dihidangkan sebagai lauk. Namun begitu, di negara-negara majoriti Muslim, **ketersediaan komersial produk serangga** masih terhad.

Dalam keghairahan meneroka sumber makanan baharu, konsep kelestarian perlu sentiasa ditekankan. Di Hidalgo, Mexico, penuaian berlebihan telah menyebabkan 18 spesies serangga boleh dimakan dalam **bahaya kepupusan**. Memastikan amalan penternakan yang mampan adalah penting untuk alam sekitar dan masa depan makanan berasaskan serangga.



PENULIS
Dr Muhamad Hafiz Abd Rahim ialah seorang pensyarah di Fakulti Sains dan Teknologi Makanan, UPM. Beliau aktif menjalankan kajian dan penulisan dalam bidang kelestarian makanan dan telah menerbitkan kira-kira 50 jurnal artikel.

Bullet-Proofing Our Pantries: Securing Malaysia's Onion Supply Chains

Malaysia's reliance on imported onions has long been a concern for food security experts and policymakers. With annual imports exceeding RM1 billion and consumption projected to reach 610,000 metric tons by 2026 (Department of Statistics Malaysia, 2022), the need for a robust and resilient onion supply chain has never been more critical. This article examines the current state of Malaysia's onion supply chain, the challenges it faces and strategies for improvement.

Malaysia's reliance on imported onions, exceeding RM1 billion annually, underscores the critical need for a resilient supply chain to ensure food security

Malaysia heavily relies on imported onions, with major suppliers including China, India, the Netherlands, Pakistan and New Zealand (Observatory of Economic Complexity [OEC], 2024). In 2022, the country imported over RM1 billion worth of onions, highlighting the significant economic impact of this dependence. Malaysian onion consumption stands at approximately 1.2 kg per capita annually. The overall consumption is expected to grow at a rate of 1.4% year-on-year, reaching 610,000 metric tons by 2026, up from 560,000 metric tons in 2021.

The onion supply chain's heavy reliance on imports makes it susceptible to external disruptions. For instance, India's recurring export bans (1998, 2010, 2011, 2013, 2019, 2020, 2023, and 2024) have caused significant market instability and price fluctuations in Malaysia (Bernama, 2023).

Global climate change affects onion production in exporting countries, potentially impacting supply and prices in Malaysia. Additionally, the lack of suitable local growing conditions has historically limited domestic onion production. Despite efforts to boost local production, Malaysia still imports over 30% of its vegetables, including onions. **The absence of a robust domestic onion farming sector leaves the country vulnerable to supply chain disruptions**.

The Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) has developed three onion varieties — BAW-1, BAW-2, and BAW-3 — specifically bred for local climates. Implementing these varieties could significantly boost domestic production and reduce import dependence.

Improving **seed storage facilities and distribution networks** are crucial for making quality seeds accessible to more farmers. This step is essential for expanding domestic onion cultivation. Investing in cold chain infrastructure (Stone & Rahimifard, 2018), including refrigerated trucks and warehouses, is vital. Onion bulbs for planting can be stored for six to eight months at 0°C with 65% to 75% relative humidity, emphasizing the importance of proper storage facilities (Lanzai et al., 2023).

Leveraging digital traceability systems can help monitor onion quality and origin throughout the supply chain. This technology improves operational efficiency, ensures food safety and promotes

transparency. Encouraging partnerships, information exchange and joint decision-making between growers and retailers can help match supply with demand. This collaboration can reduce the risk of produce dumping, which has caused local vegetable prices to drop by 30 to 60% in the past.

Implementing policies that provide financial and technical support to local onion farmers can accelerate the adoption of MARDI's new onion varieties and boost domestic production.

Continued investment in agricultural research, focusing on developing onion varieties suited to Malaysia's climate and improving cultivation techniques, is crucial for long-term food security. Encouraging partnerships between the government and private sector can help develop the necessary infrastructure for a robust onion supply chain, from cold storage facilities to digital traceability systems.

Securing Malaysia's onion supply chain requires a **multifaceted approach** that addresses both immediate vulnerabilities and long-term sustainability. By focusing on enhancing domestic production, strengthening supply chain infrastructure, leveraging technology, and fostering collaboration among stakeholders, Malaysia can build a more resilient and self-sufficient onion supply chain. This not only ensures food security but also contributes to economic stability and reduces vulnerability to external market shocks.



PENULIS
Mohd holds a Master's in plant science from Wageningen University. He teaches at UMK while pursuing a PhD in agriculture supply chain risk management at UPM, aiming to bridge plant science and efficient farm-to-consumer distribution.

Rintangan Akarisida: Sengkenit Lembu Semakin Ganas

Sengkenit lembu, seperti Rhipicephalus microplus, adalah ancaman ekonomi utama kepada industri ternakan global, menyebabkan anemia, penurunan berat badan, dan kemerosotan kualiti hasil ternakan.

Sengkenit (tick) merupakan sejenis ektoparasit yang sering digelarkan sebagai kutu yang hidup pada bahagian luar organisma (perumah) seperti kulit atau rambut. Sengkenit menghisap darah perumah dan boleh menjangkiti banyak haiwan mamalia, burung, reptilia malah juga manusia. Sengkenit yang biasa kita ketahui adalah seperti **Rhipicephalus microplus** pada lembu, ia adalah antara sengkenit yang membawa kesan ekonomi yang paling ketara pada industri ternakan di seluruh dunia.

Boleh dikatakan semua lembu pernah dijangkiti sengkenit. Jangkitan sengkenit ini banyak meninggalkan kesan buruk pada haiwan tersebut, antaranya boleh menyebabkan kekurangan sel darah merah (anemia) pada haiwan itu, penurunan berat badan dan kemerosotan kualiti dan kuantiti produk termasuk kulit, susu dan daging.

Kitaran hidup sengkenit lembu pada puratanya adalah sebanyak 65 hari bermula daripada sengkenit betina dewasa menghisap darah selama lebih kurang 7 hari sebelum memasuki tempoh pra-oviposit. Pada tempoh tersebut, sengkenit betina dewasa ini akan mengawan dengan mana-mana sengkenit jantan dewasa yang terdapat pada perumah yang sama. Kita sering menyangka bahawa sengkenit akan bertelur di atas perumah yang sama namun sebenarnya tidak. Setelah kekenyangan (*engorged*), sengkenit betina itu akan jatuh dari perumah dan mencari tempat terlindung seperti antara celah batu untuk bertelur.

Seekor sengkenit betina dapat menghasilkan beribu-ribu biji telur sebelum ia mati setelah bertelur. Larva sengkenit akan menetas dalam 30 hari dan merangkak ke atas rumput untuk mencari perumah baharu. Larva sengkenit yang baru melekat pada perumah biasanya boleh ditemui pada bahagian kulit haiwan yang lebih lembut di sekitar paha, rusuk dan kaki depan. Semua peringkat hayat sengkenit lembu hanya berlaku pada satu perumah (one-host tick).



Sengkenit betina yang kekenyangan (engorged) setelah menghisap darah.

Pada masa kini, penggunaan akarisida merupakan satu kaedah utama yang digunakan dalam memerangi sengkenit dan ia merupakan satu bahan kimia yang diformulasikan khas untuk pengurusan kutu dan hama. Ini telah menjadi satu langkah penting dalam strategi kawalan populasi sengkenit.

Meskipun keberkesanan yang ditunjukkan oleh akarisida dalam mengurangi populasi kutu adalah cepat dan tinggi namun penggunaannya sering dijadikan isu kerana membawa kesan yang buruk terhadap alam sekitar dan mencemarkan produk daripada haiwan.

Selain itu, terdapat juga desas-desus daripada penternak mengatakan bahawa akarisida sudah tidak lagi berkesan untuk

memerangi sengkenit memandangkan tahap kematian sengkenit selepas penggunaan akarisida telah semakin berkurangan. Kondisi sebegini adalah digelarkan sebagai **rintangan akarisida**. Seumpama rintangan antibiotik, rintangan akarisida bermaksud pengurangan keberkesanan atau kehilangan keberkesanan akarisida. Hal ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor yang menyumbang kepada berlakunya permasalahan ini termasuklah penggunaan akarisida yang tidak betul dan secara berlebihan.

Fenomena rintangan ini bukan hal yang baru kerana ia sudah direkodkan oleh saintis sejak tahun 1937 selepas empat dekad penggunaan akarisida yang pertama yang digunakan dalam memerangi sengkenit. Pada tahun 1896, akarisida pertama yang dikenali sebagai "The Queensland dip" atau "The Australian dip" telah berjaya menghilangkan kutu tanpa meninggalkan kesan buruk terhadap lembu.



Bintik-bintik hitam pada kulit adalah sengkenit yang berada di bahagian paha seekor lembu.

Formulasi ini telah diterima pakai di peringkat antarabangsa sebagai satu formulasi yang terbaik dalam mengurangkan populasi kutu sehinggakan beberapa negara turut menggunakan formulasi ini sehinggalah kes pertama rintangan terhadap akarisida mulai muncul pada tahun 1935 di utara Queensland dan diikuti oleh beberapa negara yang lain pada tahun berikutnya.

Banyak kajian telah dijalankan untuk menentukan tahap rintangan akarisida terhadap sengkenit dengan menggunakan pelbagai jenis racun kutu dari kelas yang berbeza seperti pyrethroid, organophosphorus, pyrazole, microcyclic lactone dan lain-lain. Kajian terbaru yang dijalankan di Pakistan pada tahun 2022 dan 2023 menunjukkan bahawa sengkenit telah rintang terhadap pyrethroids dan triazapentadiene.

Selain itu, kajian yang dijalankan di Afrika pada tahun 2021 menunjukkan larva sengkenit rintang terhadap oxoacids, organophosphorus dan pyrethroids. Nigeria pada tahun 2020 menunjukkan sengkenit dewasa telah rintang terhadap pyrethroids, formamidine, phenypyrozole dan microcyclic lactone. Berdasarkan pemerhatian yang telah dibuat daripada hasil kajian-kajian tersebut, kesimpulannya adalah rintangan akarisida telah merebak pada sengkenit di merata dunia walaupun ia berlaku pada kelas akarisida yang berbeza.

Akhir sekali, meskipun tahap rintangan akarisida terhadap sengkenit masih berada pada tahap awal pembangunan rintangan, namun keberkesanan akarisida terhadap sengkenit yang semakin berkurangan dari tahun ke tahun agak membimbangkan para penyelidik dan penternak. Hal ini kerana, akarisida masih menjadi pilihan utama para penternak untuk mengurangkan populasi sengkenit dengan cepat. Oleh itu, para penternak hendaklah lebih berwaspada dalam penggunaan akarisida dalam dos yang betul agar rintangan akarisida dapat dikawal.

Nurul Fatin Amirah binti Mohd Azmi, pelajar Ijazah Sarjana Parasitologi Veterinar, Fakulti Perubatan Veterinar, UMK

Tan Li Peng, BSc, PhD. Pensyarah Kanan (Parasitologi & Entomologi), Fakulti Perubatan Veterinar, UMK

Latok: 'Green Caviar' Malaysia Menuju Pasaran Global

Rumpai laut yang juga dikenali sebagai makroalga marin adalah hidupan ringkas yang mempunyai sel tunggal bagi menjalankan fotosintesis untuk hidup. Ia merupakan satu kumpulan tumbuhan yang mempunyai pelbagai spesies dan boleh ditemui di sepanjang perairan pesisir Malaysia.

Rumpai laut telah digunakan secara tradisional sebagai **sumber makanan** di Malaysia, terutamanya masyarakat pesisir laut. Rumpai laut digunakan dalam pelbagai hidangan tradisional, seperti sup, salad, dan makanan ringan. Rumpai laut terkenal dengan nilai gizinya yang kaya dengan serat makanan, vitamin, mineral dan antioksidan. Rumpai laut digolongkan kepada tiga kumpulan besar berdasarkan warna iaitu alga perang (Phaeophyceae), alga merah (Rhodophyta) dan alga hijau (Chlorophyta) (Rajah 1-3).



Rajah 1: Rumpai laut jenis alga perang, Spesies Sargassum sp.



Rajah 2: Rumpai laut jenis alga merah, Spesies Halymenia sp.



Rajah 3: Rumpai laut jenis hijau, Spesies Ulva sp.

Malaysia memiliki potensi yang cukup besar dalam membangunkan industri rumpai laut, terutamanya dari segi kepelbagaian spesies serta penggunaannya. Beberapa spesies rumpai laut berpotensi tinggi yang sering dijumpai di perairan Malaysia adalah seperti Kappaphycus alvarezii, Gracilaria sp., Sargassum sp. dan Caulerpa sp. Namun hanya Kappaphycus alvarezii diternak secara meluas di perairan Sabah dan dimanfaatkan secara intensif untuk industri makanan, kosmetik dan farmasi.

Caulerpa lentillifera, atau latok, dikenali sebagai 'anggur laut' atau 'green caviar,' merupakan makanan alternatif tinggi nutrien dan kaya dengan serat, vitamin, mineral, dan antioksidan.

Manakala rumpai laut spesies Caulerpa atau "latok, latu, lato" dituai daripada habitat liar terdiri daripada dua spesies iaitu C. Racemosa (Rajah 4) dan C. lentillifera (Rajah 5). **Peningkatan permintaan dalam negara** yang tinggi untuk rumpai laut latok menyebabkan pengeluaran tempatan tidak dapat memenuhi permintaan pasaran, sebaliknya peniaga mengimportnya daripada negara jiran seperti Thailand dan Indonesia. Walaupun terdapat beberapa spesies Caulerpa yang boleh ditemui di negara kita, hanya Caulerpa lentillifera yang mudah dikultur di dalam tangki dan kolam buatan manusia.



Rajah 4: Caulerpa racemosa yang ditemui di Pulau Merambong Johor.



Rajah 5: Kultur Caulerpa lentillifera di dalam tangki di I-AQUAS UPM, Kampus Port Dickson.



Rajah 6: Caulerpa lentillifera tumbuh bersama Caulerpa prolifera yang ditemui di Perairan Port Dickson.

Caulerpa lentillifera, turut dikenali sebagai latok, anggur laut atau green caviar, yang sering dimakan oleh masyarakat pesisir pantai di negara Asia Tenggara ini mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai salah satu industri baharu di negara kita. Dalam menghadapi cabaran memperluas kepelbagaian sumber makanan negara, latok terkenal sebagai makanan alternatif untuk sumber nutrien seperti tinggi serat pemakanan, vitamin penting, mineral dan antioksidan yang tinggi, di samping rasanya yang menyegarkan.

Pengkulturan rumpai laut secara komersial ataupun dikenali sebagai marikultur boleh dibuat sama ada melalui kaedah rakit, kolam tanah atau di dalam tangki untuk menampung permintaan tempatan dan untuk tujuan eksport. Rumpai laut latok memerlukan cahaya dan nutrien di dalam air laut yang mencukupi untuk membolehkannya tumbuh dengan sihat.

Kaedah pengkulturan rumpai laut latok adalah berbeza berbanding rumpai laut jenis Kappaphycus sp. dan Eucheuma sp. yang selalu dikultur di perairan Sabah, di mana kaedah menggunakan tali dipraktikkan. Rumpai laut latok memerlukan substrat untuk tumbuh dan membesar. Beberapa kaedah umum yang sering digunakan dalam kultur latok adalah:

1. **Sangkar**, di mana sangkar berjaring digantung terampai di dalam air menggunakan tali di dalam laut. Bibit rumpai laut latok akan tumbuh dan berkembang biak secara semula jadi di dalam sangkar yang mengapung di dalam air dengan memanfaatkan nutrien dan sumber cahaya matahari yang ada.

2. **Kolam bertanah**, seperti mana habitat semula jadi rumpai laut latok, kaedah kolam bersubstrat tanah ini akan menjadi tapak untuk rumpai laut tersebut tumbuh secara vertikal dari dasar kolam ke atas dan memanfaatkan sumber nutrien daripada tanah untuk membesar. Namun pertukaran



Rajah 7: Induk rumpai laut Caulerpa lentillifera yang diambil daripada kawasan sekitar perairan Port Dickson, Negeri Sembilan untuk tujuan pengkulturan.

air laut secara berkala diperlukan untuk memastikan pertumbuhan rumpai laut latok dalam keadaan optimum.

3. **Tangki kultur**, rumpai laut latok dikultur menggunakan sama ada bakul ataupun jaring di dalam sistem tertutup. Penambahan nutrien boleh dibuat melalui penukaran air laut secara berkala ataupun tambahan baja.

Institut Antarabangsa Akuakultur dan Sains Akuatik (I-AQUAS) telah menjalankan aktiviti pengkulturan latok di dalam sistem tangki kultur, dengan menggunakan kaedah jaring sebagai substrat (Rajah 7). Ini adalah kaedah yang terbaik kerana dapat memudahkan aktiviti penuaian dan pembersihan tangki seterusnya mengawal penyakit serta memastikan rumpai laut latok dapat tumbuh dengan baik.

Kajian pengkulturan rumpai laut latok menggunakan sistem aliran tertutup menggunakan 14 tangki berjaya membuahkan hasil, dengan anggaran sekurang-kurangnya 10 kilogram rumpai laut latok dapat dihasilkan dalam jangka masa 6 minggu (Rajah 8). Menerusi kajian pengkulturan rumpai laut latok, turut didapati sistem tersebut juga sesuai untuk pengkulturan rumpai laut jenis Gracilaria yang turut sama mempunyai permintaan dan potensi yang tinggi.

Walaupun penternakan rumpai laut di negara ini dipantau dan dibantu oleh pihak kerajaan dalam memastikan kawalan kualiti dan pengeluaran yang mampan dan berdaya saing, namun ia hanya tertumpu kepada beberapa spesies utama sahaja dan tidak mencakupi spesies berpotensi seperti Caulerpa lentillifera.

Negara ini mempunyai kesesuaian cuaca dan habitat seperti sumber air laut yang bersih, suhu yang diperlukan untuk tujuan pengkulturan rumpai laut tersebut.

Negara jiran seperti Thailand, Indonesia dan Filipina telah lama mempunyai industri kultur khas bagi spesies Caulerpa lentillifera. Pengkomesialan kultur Caulerpa lentillifera di Malaysia akan melahirkan peluang ekonomi kepada penternak rumpai laut dan menyumbang kepada keselamatan ekonomi negara, malahan sumber makanan dunia. Namun seperti aktiviti agrikultur dan akuakultur yang lain, pengurusan persekitaran, dan amalan perkulturan yang mampan adalah penting untuk mengelakkan impak negatif yang berpotensi kepada ekosistem marin dan memastikan pengkulturan rumpai laut di Malaysia pergi dengan lebih jauh.



Rajah 8: Rumpai laut Caulerpa lentillifera selepas 6 minggu dikultur di dalam tangki sedia untuk dituai.



PENULIS
Mohd Fakhrulddin Ismail ialah Pegawai Penyelidik di Institut Antarabangsa Akuakultur dan Sains Akuatik (I-AQUAS), UPM. Beliau seorang yang bergiat aktif dalam bidang sains hayat dan bioteknologi, dengan fokus pada kajian fitokimia, aktiviti antioksidan dan potensi sitotoksik sumber semula jadi.

Robot Ladang: Transformasi Masa Depan Pertanian

Pertanian moden sedang mengalami transformasi besar dengan kemunculan teknologi robotik. Robot pertanian tidak hanya menggantikan tenaga kerja manusia tetapi juga memperkenalkan ketepatan dan kecekapan yang tidak pernah dilihat sebelum ini. Teknologi ini membantu petani meningkatkan produktiviti, mengurangkan kos dan meminimumkan impak alam sekitar. Berikut adalah beberapa cara di mana robotik pertanian sedang mengubah landskap pertanian.

Robot penyiangan menggunakan teknologi penglihatan komputer untuk mengenal pasti dan mengeluarkan rumpai tanpa merosakkan tanaman, mengurangkan penggunaan bahan kimia sehingga 90%

Automasi Penanaman dan Penuaian

Salah satu aplikasi paling ketara robotik dalam pertanian adalah dalam **penanaman dan penuaian**. Traktor autonomi, dilengkapi dengan GPS dan sensor, boleh menavigasi ladang dengan ketepatan tinggi, memastikan benih ditanam pada jarak yang tepat dan kedalaman yang betul, seterusnya meningkatkan kadar percambahan dan pertumbuhan tanaman.

Selain itu, robot penuaian boleh memilih buah-buahan dan sayur-sayuran dengan teliti, mengurangkan kerosakan pada hasil tanaman dan meningkatkan kecekapan penuaian. Kemajuan ini sangat penting untuk tanaman bernilai tinggi seperti strawberi, epal dan anggur, di mana penanganan lembut adalah penting.

Penyiangan dan Pengurusan Tanaman

Robot penyiangan menggunakan teknologi **penglihatan komputer** untuk mengenal pasti dan mengeluarkan rumpai tanpa merosakkan tanaman. Ini mengurangkan keperluan untuk racun rumpai kimia dan membantu mengekalkan kesihatan tanah dan biodiversiti.

Contohnya, robot seperti "See & Spray" dari Blue River Technology menggunakan kamera dan AI untuk mengenal pasti rumpai dan menyembur racun rumpai hanya pada rumpai tersebut, mengurangkan penggunaan bahan kimia sehingga 90%. Inovasi lain termasuk robot penyiangan laser yang menggunakan tenaga terkawal untuk menghapuskan rumpai tanpa campur tangan bahan kimia.



See & Spray Ultimate membolehkan penyemburan herbisid tidak bersisa secara terpilih pada rumpai di antara tanaman jagung, soya, dan kapas.

Pengawasan dan Analisis Tanah

Robot juga digunakan untuk pengawasan tanah dan tanaman secara **masa nyata**. Dron yang dilengkapi dengan kamera dan sensor boleh memantau kesihatan tanaman, mengenal pasti tanda-tanda penyakit, kekurangan nutrien atau tekanan air. Data yang dikumpul oleh dron ini kemudian dianalisis untuk memberikan petani maklumat yang diperlukan untuk mengambil tindakan pembetulan dengan cepat.

Selain itu, robot tanah boleh mengambil sampel tanah dan melakukan analisis di lapangan untuk menentukan tahap nutrien dan pH, membantu dalam pengurusan tanah yang lebih baik. Teknologi-teknologi ini memastikan aplikasi baja dan pengairan yang tepat, yang mengoptimumkan pertumbuhan tanaman dan meminimumkan pembaziran sumber.



Dron dan kenderaan udara tanpa pemandu, termaju dalam agroteknologi.

Inovasi dalam Automasi Ladang

Penggunaan robotik dalam pertanian juga membuka jalan untuk **automasi ladang** sepenuhnya. Ladang masa depan mungkin dikendalikan sepenuhnya oleh robot, dari penanaman hingga penuaian dan pengemasan hasil tanaman. Robot autonomi boleh bekerjasama dalam rangkaian, berkongsi data dan mengkoordinasikan aktiviti untuk memastikan operasi ladang berjalan lancar tanpa campur tangan manusia yang banyak. Ini bukan sahaja meningkatkan kecekapan tetapi juga membolehkan pengurusan ladang berskala besar dengan lebih sedikit tenaga kerja.

Cabaran dan Masa Depan Robotik Pertanian

Walaupun teknologi robotik membawa harapan besar untuk masa depan pertanian, masih banyak cabaran yang perlu kita atasi sebelum dapat menikmati manfaatnya sepenuhnya. Salah satu halangan utama ialah **kos permulaan yang tinggi** – daripada pembangunan hingga pemasangan teknologi ini. Selain itu, kemudahan infrastruktur seperti rangkaian internet yang kuat di kawasan luar bandar sangat diperlukan, begitu juga dengan latihan untuk petani agar mereka dapat memanfaatkan teknologi ini dengan baik.

Melihat ke masa depan, terdapat beberapa cabaran tambahan yang perlu diatasi. Pertama, **melindungi data dan privasi petani** akan menjadi semakin penting kerana teknologi robotik mengumpulkan pelbagai maklumat dari ladang, termasuk hasil tanaman dan keadaan tanah. Adalah mustahak untuk memastikan data ini dilindungi agar tidak disalahgunakan atau diakses tanpa izin, kerana ini berkaitan langsung dengan keselamatan ekonomi petani.

Robot pertanian tidak hanya menggantikan tenaga kerja manusia tetapi juga memperkenalkan ketepatan dan kecekapan yang tidak pernah dilihat sebelum ini.

Selain itu, menyesuaikan robot untuk pelbagai jenis tanaman dan keadaan iklim juga adalah satu keperluan. Setiap ladang mempunyai **keperluan unik**, dan robot yang dapat berfungsi dengan baik di pelbagai keadaan ladang akan menjadi penting untuk kejayaan jangka panjang teknologi ini. Di samping itu, bagi menjaga kelestarian alam, kita perlu memastikan robot-robot ini dapat menggunakan tenaga boleh diperbaharui seperti solar atau angin, terutamanya di kawasan terpencil. Teknologi penyimpanan dan pengecasan tenaga ini perlu terus diperbaiki agar robot boleh beroperasi dengan stabil dan berterusan.

Untuk memastikan teknologi ini dapat diadaptasi oleh semua, petani tradisional perlu diberi sokongan yang sesuai. Kebanyakan mereka mungkin merasa sukar untuk menyesuaikan diri dengan perubahan ini, maka program latihan dan sokongan menyeluruh perlu disediakan. Sementara itu, robot-robot ini juga perlu tahan lasak untuk beroperasi dalam keadaan ladang yang mencabar, seperti cuaca yang tidak menentu, lumpur dan suhu yang berubah-ubah.

Di samping itu, penggunaan robot dalam pertanian mungkin memerlukan **peraturan baru dari segi keselamatan dan kualiti**, dan adalah penting untuk memastikan rangka peraturan yang kukuh bagi penggunaan yang selamat dan bertanggungjawab. Kos penyelenggaraan juga menjadi pertimbangan, kerana walaupun kos robot mungkin menurun, penyelenggaraan dan penggantian alat ganti masih berpotensi menjadi beban kepada petani kecil. Penyediaan sokongan penyelenggaraan yang berpatutan dan mudah diakses akan membantu menjamin penggunaan teknologi ini untuk jangka panjang.

Kesimpulannya, robotik pertanian sedang membawa revolusi dalam cara kita menanam, mengurus dan menuai tanaman. Dengan automasi dan ketepatan yang ditawarkan oleh teknologi ini, petani dapat meningkatkan produktiviti, mengurangkan kos dan meminimumkan impak alam sekitar. Walaupun terdapat cabaran yang perlu diatasi, masa depan robotik dalam pertanian kelihatan cerah dan penuh potensi untuk transformasi yang lebih besar dalam sektor ini.



PENULIS
Dr. Siti Norazura Jamal ialah seorang Pensyarah Kanan di UiTM Kampus Kuala Pilah. Beliau memegang PhD dalam Bioteknologi Tumbuhan dari UPM, seorang yang berpengalaman dalam bidang mikrobiologi dan teknologi pertanian, dengan fokus pada kajian fermentasi, enzim dan mikroorganisma.

Enhancing Aquaculture Through IoT in Batu Pahat, Johor

On June 8th and 9th, 2024, a team from the Department of Biological and Agricultural Engineering (DBAE) at Universiti Putra Malaysia (UPM), comprising three senior lecturers and six students, conducted a program introducing Internet of Things (IoT) systems to aquaculturists. The program aimed to provide insights and ideas on **using IoT systems to innovate fish farming practices**. Held in Kampung Parit Abdul Hadi, Batu Pahat, Johor, the event attracted 17 participants from aquaculture backgrounds.

Aquasensetech enables real-time monitoring of water quality, empowering fish farmers to manage their farms efficiently from anywhere

Day 1

The program began with the installation of a product developed by the UPM team at Fishlegs Farm. This product, named '**Aquasensetech**', is an integrated aquaculture sensor system featuring four types of sensors: **pH, temperature, total dissolved solids (TDS),** and **ultrasonic**. Data collected by these sensors can be monitored remotely through mobile phones or laptops using the Blynk application.

Project leader Ts. Dr. Muhammad Hazwan Hamzah explained, "This will allow aquaculturists to monitor water quality metrics even when they are away from the fish farm." The UPM team has spent the past few weeks fabricating Aquasensetech, with testing conducted at the Faculty of Engineering, UPM.

Following the installation, the UPM team provided a briefing to Mr. Muhamad Ainuldin Bakar, Manager of Fishlegs Farm, on the development and operation of the Aquasensetech product (Figure 1). During a 15-minute demonstration, the team showcased **real-time data collection** for pH, temperature, TDS, and water level, all visible on a mobile device.

For Mr. Muhamad Ainuldin, a subsistence aquaculturist, this IoT technology was entirely new. He acknowledged that it would help him manage his farm more effectively and efficiently (Figure 2). Aquasensetech also generates **graphs for each parameter**, enabling users to monitor trends and fluctuations, which assists in planning timely actions.



Figure 1: Student demonstrated the product to Mr. Muhamad Ainuldin Bakar.



Figure 2: UPM team and Mr. Muhamad Ainuldin Bakar, Manager of Fishlegs Farm with the installed product.

Day 2

On day two, the program began with a **pre-talk survey** to gauge participants' prior knowledge of IoT systems. The survey revealed that most participants had little to no exposure to IoT technology, with some unfamiliar even with the term. Following the survey, Mr. Akmal Hisyam, the student leader, delivered an introductory talk on 'Aquasensetech,' installed the previous day.



Figure 3. Dr. Diyana Jamaludin conducted a sharing session on her expertise developing IoT systems.

He presented a demonstration video to provide participants with a foundational understanding of IoT. The session sparked considerable interest, with many participants asking questions about the product. Dr. Diyana Jamaludin, a senior lecturer at DBAE, UPM, then led a session on IoT applications and modifications for effective aquaculture management (Figure 3).

With a research focus in controlled environment agriculture, Dr. Diyana shared her expertise in sensors and IoT systems, highlighting the value of IoT in aquaculture. In the next segment, Mr. Muhamad Ainuldin Bakar shared his experiences and insights on managing fish farms, providing practical advice for aquaculturists.

This session also served as an open forum where participants discussed current industry challenges and shared feedback, which offered the UPM team valuable insights into community needs. The program ended with a **post-talk quiz**. The results show a significant increase in the participant's knowledge of IoT systems where 82% of them were graded as A (80% to 100% correct) and others were graded as B (70% to 79% correct). Overall, participant feedback was positive, and fully satisfied with the program.



Figure 4. Photo session of participants and UPM academic staff.

The program effectively educates aquaculturists on how to improve their fish farms by implementing IoT technology. The program ends with a photo session with participants and UPM academic staff (Figure 4).

The program which received funding from the Knowledge Transfer Grant Scheme @ PTJ also received cash and in-kind sponsorship from various companies including Yasser Supplies, Godang Spray Painting Workshop, Ayah Amat Catering, Suria Catering, Swee Chiang Hardware Sdn Bhd and Fishlegs Farm.



PENULIS

Dr. Muhammad Hazwan Hamzah is a Senior Lecturer at the Department of Biological and Agricultural Engineering, UPM, specializing in agricultural process engineering and green technology. He holds a Ph.D. in Chemical Engineering from the University of Birmingham, with extensive research contributions in IoT applications and sustainable agricultural practices.

Akmal Hisyam Suhaimi

Challenges and Viability of Carbon Pricing in Malaysia

Despite the resilience of the climate deniers group worldwide, Southeast Asia has undeniably suffered from the manifestation of the climate crisis that has affected everyone in the region, animals and plants included.

Latest developments should be a wake-up call to convince us that climate change is real. We are living in the age where nature is raging: extreme weathers, heat waves and the extinction of selected species, among others.

Novia Xu posed the question, "when must we act on the climate crisis?" For Malaysia, the answer is clear: it must be now and it must be immediate. However, Malaysians still struggle with the "how", considering many are still unsure of what measures they can undertake to mitigate climate change.

Recently, Typhoon Yagi has swept through the Philippines, Thailand, Myanmar and Laos and left an especially catastrophic damage in Vietnam. The death toll has reached 226 at the time of writing, but images coming out of Vietnam, including blown-away trees and a collapsed steel bridge, paint a harrowing picture of the effects of climate change.

The Singapore Airlines SQ321 London-Singapore flight also showcases the extent of the climate crisis even if your feet are not firm on the ground. Climate change is increasing the incidences of severe aviation turbulence which could turn deadly, as in the case of SQ321 flight.

The climate crisis has also been blamed for other disasters such as the decline of agricultural products and the disruption of food supply in Malaysia. The December 2021 flood was particularly traumatising for those in the peninsula, even hailed as a once-in-a century disaster event.

Low rainfall and high temperature also negatively impact the country's agricultural output, which is deeply problematic considering Malaysia's reliance on the palm oil industry. Furthermore, fishermen in Johor do not only harvest fewer fish these days, but also have to contend with strong gales and turbulent waves that threaten their lives.



Available Options

Presently a new trend in the global fight against climate change has emerged, where trade practices/agreements and climate change goals are combined into a package.

Examples at the international level include the North American Free Trade Agreement (NAFTA), the Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership (CPTPP), the Agreement on Climate Change, Trade and Sustainability (ACCTS), and the EU Deforestation Regulation.

Meanwhile, at the firm- or national-level, we see the adoption of the SDGs, the environmental, social and governance (ESG) principles, the doughnut economics model, and carbon pricing by selected firms and governments.

The last of this list – carbon pricing strategy – may have the impact of reducing carbon emissions but may also be considered as an additional barrier to trade for developing countries and its MSME players.

Given that the biggest polluters remain to be the industry, energy, agriculture, buildings and land use sectors, in theory, it is logical to incorporate trade practices and climate change goals in a package deal. In practice, however, there are short-term downsides.

This tension may increase in the future, especially when there are signs that carbon pricing would be made mandatory in the near future via the global carbon tax scheme due to its effectiveness in combating climate change.

Malaysia's economy is mainly made up of the manufacturing industry, mining and the services sector, thus contributing far less carbon emissions than the biggest polluters (China, the United States and Indonesia) from a global perspective.

In the context of Malaysia, carbon pricing may indeed bring about benefits to its economy and sustainability goals, but as a trading and developing nation that is home to many MSMEs and vulnerable households, its drawbacks cannot be ignored.

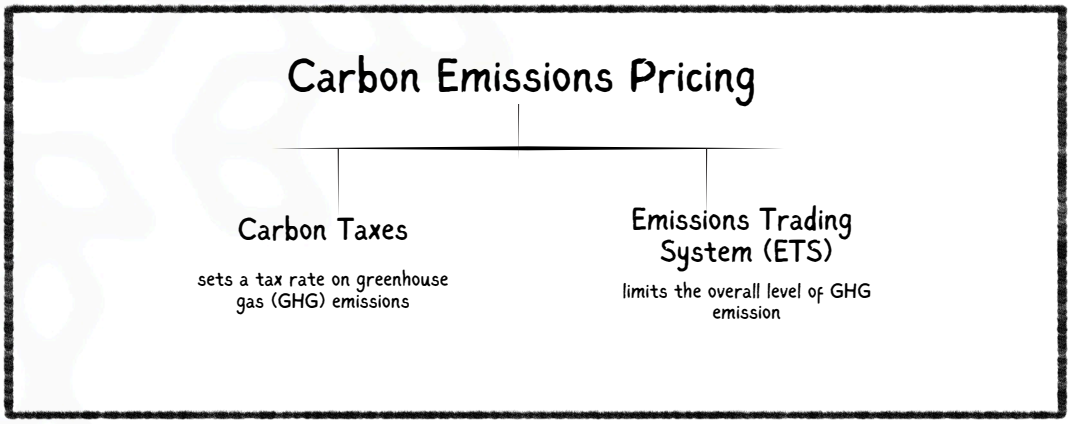
Nevertheless, as Malaysia is deeply intertwined with the regional and global supply chains, global rules and standards on carbon pricing and sustainability will need to be adopted and adapted at the national-level in the short-term, if we were to continue to be an active participant.

Carbon Pricing: A Refresher

Before exploring the viability of carbon pricing in Malaysia, a brief introduction to the concept is necessary for those who are unfamiliar.

Carbon pricing is a policy measure that aims to include a monetary cost on carbon emissions, so that producers and polluters are made accountable to the emissions produced (internalizing the costs) as opposed to passing the cost off to society (externalizing the cost).

By internalizing the external costs linked to emissions, this will then encourage and push the industries to adopt cleaner technologies and methods in their production process. Carbon emissions can be priced in two ways; via carbon taxes or the emissions trading system (ETS).



While carbon tax sets a tax rate on greenhouse gas (GHG) emissions, the ETS, also known as the cap-and-trade system, limits the overall level of GHG emissions. Additionally, industries producing low emissions are allowed to sell their "surplus" to bigger polluters.

By establishing a market for emissions to be traded, ETS allows the identification of a market price for GHG emissions, while the established cap or limit ensures that emissions are kept within an established carbon allocation.

Presently, Malaysia has not implemented any carbon pricing policies, even though a carbon tax agenda was highlighted in the 12th Malaysian Plan (2021-2025)

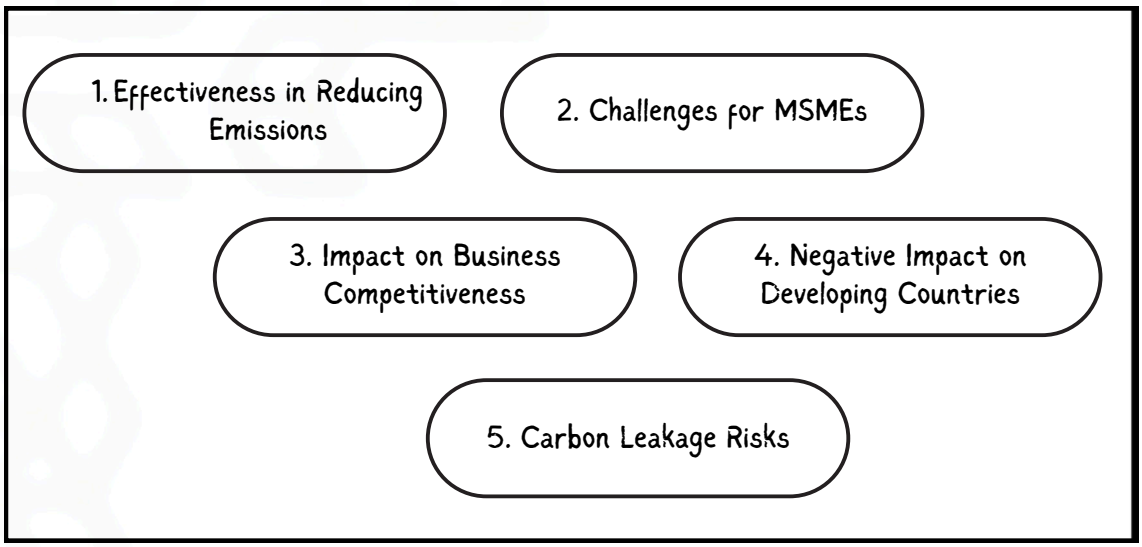
Even though the concept was introduced decades ago, it was through the introduction of the Kyoto Protocol in 1997 that international participation in carbon markets started to become normalized, though without the participation of the United States and China. Eight years after its introduction, the European Union Emissions Trading Scheme (EU ETS) was established and became an important milestone in establishing carbon pricing mechanisms on the international level, whereby emitters are required to apply for tradeable permits for each tonne of CO2 emitted. This set the stage for other countries to adopt this method to control carbon emissions within their borders.

Today, however, carbon pricing has yet to take firm roots in Southeast Asia. As of this year, only Singapore and Indonesia have established carbon pricing policies, with Brunei, Cambodia and Vietnam at different stages of planning and implementation. Compared to these countries, Malaysia is left behind, as we are only at the initial stage of exploring various carbon tax mechanisms.

Even though carbon pricing has been adopted widely elsewhere, with more than 40% of the GHG emissions regulated by carbon price in 2021, its effectiveness in reducing emissions remains in question. In theory, as carbon prices increase, this should lead to reduced overall emissions in the long term.

Apart from this conundrum, two other issues have also been debated. First, the impact of high carbon prices on business competitiveness. Second, the potential of carbon leakage.

Issues with Carbon Pricing



On the first point, high carbon pricing may impact business competitiveness as costs are internalized, which translates into higher cost per unit of product or service. Bigger emitters may have the resources to internalize the cost of emissions, but smaller, local players – such as MSMEs in this part of the world – may not be able to internalize the costs of emissions while remaining competitive at the same time.

This significant impact on MSMEs will not only affect their pricing strategies but also survival in the long-run. This is why appropriate policies and carbon pricing measures need to be adapted to the context of MSMEs so that they can positively impact their competitive strategies.

In a larger context, high carbon pricing will negatively impact developing countries in the short- to medium-term based on the energy mix that is used in their industries. The more dependent a country's economic activities are on fossil fuels, the higher its output per unit would be if carbon pricing were to be implemented across the sectors.

Additionally, there are concerns surrounding the unintended impact of carbon policies like carbon leakages. Studies have shown that carbon leakages have resulted in the relocation of carbon-intensive producers from a region with strict rules on emissions to other regions with less stringent rules. Recently, we have also observed producers who have relocated to different countries in search of new business opportunities abroad, due to strict regulations on emissions back home.

Malaysia's Implementation of Carbon Tax

From the outset, the implementation of carbon pricing in Malaysia can be challenging. The Malaysian economy is overwhelmingly dominated by MSMEs (accounted for 96.9% of all establishments in 2023) and as per the argument presented above, these MSMEs might be negatively impacted if carbon pricing policies are not adapted based on their limitations.

Presently, Malaysia has not implemented any carbon pricing policies, even though a carbon tax agenda was highlighted in the 12th Malaysian Plan (2021-2025). Recently, the New Industrial Master Plan (NIMP) 2030 has also highlighted the introduction and the implementation of a carbon pricing framework as a way to decarbonize its industries, even as it pushes for Net Zero Emissions (NZE).

This is an ambitious target, especially when Malaysia's energy mix still relies heavily on natural gas. In 2021, natural gas accounts for almost 45% of total energy supplied, followed by oil, coal and hydro.

Even though various documents have been presented to the government (plus a study being undertaken by the World Bank on the subject), a climate change law has not been tabled in the Parliament. This law is important to create a binding and basic carbon pricing framework like the national carbon register and compliance rules.

Strategies on the implementation of carbon pricing in Malaysia have been published, starting from the steel sector, where buy-in from local producers is already obtained. A five-year plan of implementation seems feasible––where in 2025 a temporary tax on coking coal should be introduced while the regulatory frameworks on carbon pricing and a Malaysian Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) are established.

The same publication projects that carbon pricing will only be introduced in 2027 after measurement emissions requirements are implemented the year before. The rate of carbon tax may be increased over time by 2030, but as suggested, a national carbon pricing system needs to be developed so that it can be implemented across all sectors.

It is important that carbon tax is implemented in a progressive manner because a regressive carbon tax will disproportionately impact the poor. It was found that even if it is not regressive, carbon tax can reduce household welfare if it is not compensated by other measures to support the vulnerable households.

As carbon pricing has its limitations, especially in the context of developing countries, other policies can be considered for the short term.

The introduction of various policies such as an excise tax on energy, incentives for renewable energy usage and removing a blanket subsidy on fossil fuels may be more effective in the short term. This is to encourage producers and consumers to transition to renewable energy and adopt technologies that produce less emissions across sectors. Targeted compensation schemes for vulnerable households need to be introduced to offset its negative impacts

Apart from taxation, implementation of strict regulations on environmental protection and waste management – whereby MSMEs and bigger firms can be held accountable – is key in signalling to the market that polluters will be penalized.

These alternatives are building blocks to an end goal of a successful transition towards carbon pricing that limits the negative impacts towards the Malaysian economy and households in the short to medium term.

Conclusion

We need to remind ourselves that carbon pricing is merely a small piece of a larger puzzle in mitigating climate change and creating a sustainable future. While carbon pricing is an attractive option, our eyes must be set on these bigger goals instead of simply treating this concept as a new way for monetization. In the race to implement carbon pricing, it is important for countries like Malaysia and its peers in the region to ensure that the fundamental policies are abided by. These include regulating business practices in environmental protection, enhancing waste management, introducing fuel tax and subsidy. It is also important to ensure that big and small players alike implement these policies in the interest of capping emissions and reversing climate change.



AUTHOR

Dr Juita Mohamad is a Fellow in the Economics Trade and Regional Integration (ETRI) Division of the Institute of Strategic and International Studies Malaysia. She holds a Ph.D. in International Studies from Waseda University Japan. Her research interests include trade regional integration protectionism wage inequality and the informal sector.

Promoted Content in Support of stratsea.

--

This article was originally published on stratsea. It is part of stratsea's article series on renewable energy and climate crisis in Southeast Asia. This article can be found here.

Subsidy Shake-Up: Malaysia's Road to Electric Mobility

Are Malaysian consumers prepared to transition to EVs despite these financial and logistical challenges?

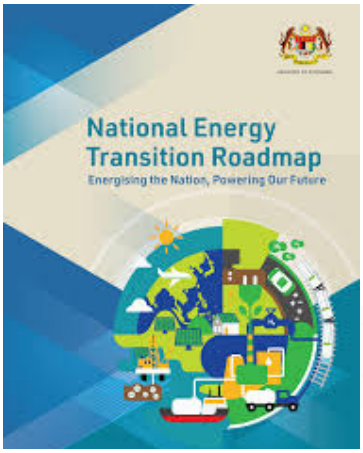
Citing the smuggling of subsidized fuel across borders as the main rationale for this reform, this move is direly important for Malaysia, as the government has been spending billions annually on diesel subsidies to keep prices low for local consumers.

Although the price increase may directly or indirectly impact consumers, particularly the low-income groups categorized as the economically vulnerable bottom 40 (B40) demographic, the government plans to implement targeted assistance programs for mitigation, acclimating consumers and businesses to the new pricing structure.

Higher diesel prices – and soon also petrol prices – are expected to create a more favorable economic environment for electric vehicles (EVs) by making fossil fuel comparatively expensive. The price shift is intended to incentivize consumers and businesses to consider EVs as a viable alternative.

As Malaysia prepares to chair ASEAN next year, it is crucial for the country to demonstrate its leadership by advancing the newly formulated National Energy Transition Roadmap (NETR) and the New Industrial Master Plan 2030 initiatives. These efforts are aimed at fostering a sustainable and low-carbon energy future, which includes expanding the ecosystem necessary for EVs to thrive.

This imperative is underscored by the fact that road transport in Malaysia is a significant contributor to carbon emissions, accounting for approximately 55 million metric tons of carbon dioxide equivalent, representing 85% of the emissions from the transport sector.





Addressing this challenge through the promotion of EVs represents a more manageable initial strategy compared to tackling emissions from heavy land vehicles, the aviation fleet and maritime transport.

In parallel, there were recent adjustments to electricity pricing. Earlier this year, domestic consumers using between 601 kWH and 1,500 kWh of electricity per month became ineligible for the RM0.02 per kWh rebate previously available under the government's Imbalance Cost Pass-Through (ICPT) mechanism.

This change, implemented by the national electricity provider Tenaga Nasional Berhad, is projected to impact approximately 1.2 million households. These households, which consume electricity beyond 600 kWh, are expected to see an increase in their monthly electricity bills ranging from 4.2% to 6%. As a result, these consumers should anticipate an additional monthly expense of between RM12 and RM32.

Given these developments, a critical question remains: are Malaysian consumers prepared to transition to EVs despite these financial and logistical challenges?

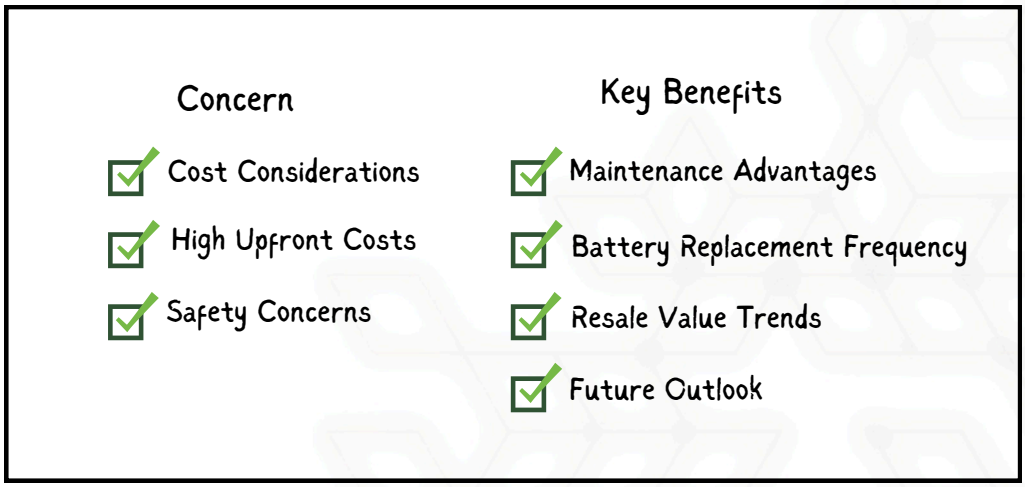
This question highlights the need for careful consideration of the broader impacts of policy adjustments and their role in facilitating the shift towards a more sustainable energy landscape.

Optimism in the EV market

Despite the aforementioned challenges, Malaysian consumers must consider not only the cost of fuel and electricity but also several other important factors related to EVs, including their initial purchase price and safety concerns.

The total cost of owning an EV encompasses various elements: the purchase price, maintenance, insurance and charging expenses. Entry-level EVs are typically priced between RM 99,000–200,000; mid-level EVs are RM 200,000–300,000. Meanwhile, high-end EVs are priced between RM 300,000–600,000 or more.

Collectively, these represent a significant financial commitment. While the global automotive industry's shift towards electrification promises reduced running and maintenance costs, this potential



benefit is often overshadowed by the high upfront costs associated with purchasing an EV and the future expense of battery replacements.

Safety concerns also play a crucial role, particularly regarding the large batteries used in EVs. On Malaysian expressways, where speed limit violations are among the highest in the region, the risk of high-impact collision raises significant concerns about costly insurance claims and battery replacements.

On a positive note, EVs offer considerable advantages in terms of engine maintenance. They eliminate the need for regular oil changes, spark plug replacements and timing belt adjustments, which simplifies maintenance procedures and reduces overall costs.

Although battery replacement is required eventually, it typically occurs only after several years of use, thus reducing the frequency of such expenses.

Generally, it has been reported that premium EV brands often retain higher resale values compared to their competitors. However, recent price wars have disrupted this trend, leading to a decrease in the resale value of EVs compared to conventional internal combustion engine (ICE) vehicles.

This situation is expected to change over time, as increases in government incentives, advancements in battery technology and a growing demand for environmentally friendly transportation are likely to contribute to improved resale values for EVs in the future.

Advantages of EVs

Until December 2025, EV owners in Malaysia will enjoy free road tax as part of the government initiatives to support electrification.

This is expected to prolong for a few years before a new tax structure for EVs is introduced, deemed to be more favorable than the conventional ICE vehicles.

It is likely that a period of 10 to 20 years is needed before the charging infrastructure can pose no issue to Malaysian consumers. Currently, consumers are still facing an inadequate number of charging stations to charge their vehicles. In the meantime, the government will continue building the ecosystem for sustainable transportation.

Environmentally, EV manufacturers claimed zero tailpipe emissions and reduced greenhouse gas emissions, which are aligned with the SDGs. However, from the standpoint of environmental impact, EV production currently generates twice the carbon dioxide (CO2) emissions compared to conventional ICE vehicles.

This is primarily due to the production of battery cells for EVs, which heavily depends on the extraction of lithium, a process that has been subject to considerable controversy. It is important to note that lithium is being actively mined on a large scale globally, particularly in South America, within a region known as the “Lithium Triangle”, encompassing Chile, Bolivia and Argentina.

This vast area of salt flats contains over 75% of the world's lithium reserves and is among the driest regions on Earth. The arid conditions present significant challenges for lithium mining, as water must be pumped to higher elevations to enable efficient extraction, as seen in the Salar de Uyuni region.

Furthermore, the production of batteries for EVs also requires other metallic minerals such as cobalt and nickel. In mining regions worldwide, environmental concerns – including water pollution and socio-economic issues, such as social justice and child labor – continue to cast a shadow over the EV industry, despite its reputation as a sustainable mode of transportation.

However, at the operational level, EVs emit substantially lower CO2 levels compared to conventional ICE vehicles. According to studies that assume an average vehicle lifespan of nine years, conventional vehicles emit up to three times more CO2 than EVs.

This conclusion has been reached even when accounting for the fact that EVs are often charged using electricity generated from a source that is 70% fossil fuels, as is the case in many countries. This analysis does not yet include emissions of pollutants such as sulfur dioxide (SO_2) and nitrogen oxides (NOx) from conventional vehicles.

Notably, the carbon emissions of EVs also depend on the location where they are used. For instance, an EV driven and charged in Freiburg, Germany, where the majority of electricity is generated from clean renewable energy sources such as solar, wind and biomass, is undoubtedly "greener" than an EV operated in Kuala Lumpur.

Summary

In pursuit of progress and the promised green revolution, authorities and stakeholders involved – such as the Malaysian Ministry of International Trade and Industry (MITI), EV manufacturers and local authorities – must also address the various challenges that accompany the rise of EVs.

These challenges include: 1) ensuring cybersecurity to prevent the manipulation of EV user location data or vehicle control; 2) maintaining grid stability; 3) developing a robust recycling ecosystem for EV batteries; 4) ensuring access to and standardization of legitimate charging stations; 5) regulating charging fees, and; 6) considering public subsidies for owning EVs.

Overall, if the EV ecosystem receives sustainable support, it can significantly contribute to the success of the NETR, particularly by capitalizing on economic opportunities in the battery recycling sector. This includes the separation of plastic components, valuable metals as well as the "black mass" mixture of lithium, cobalt and nickel, which can be fully leveraged for technology transfer and the creation of green jobs for Malaysians.



AUTHOR

Dr. Zul Ilham Bin Zulkiflee Lubes is the Deputy Dean (Research and Innovation) and Associate Professor at the Environmental Management Science Program, Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, Universiti Malaya. His research revolves around the topics of energy and environmental issues in Malaysia.

Promoted Content in Support of stratsea.

--

This article was originally published on stratsea. It is part of stratsea's article series on renewable energy and climate crisis in Southeast Asia. This article can be found here.

Rujukan

2. How Ocean Acidification is Redrawing the Map of the Global Seafood Security

- G. Laganda, 2021 is going to be a bad year for world hunger, United Nation, 2021. <https://www.un.org/en/food-systems-summit/news/2021-going-be-bad-year-world-hunger>
- WHO Joint News Release, UN report: pandemic year marked by spike in world hunger, World Health Organization, 2021. <<https://www.who.int/news/item/12–07-2021-un-report-pandemic-year-marked-by-spike-in-world-hunger>
- Muluneh, M. G. (2021). Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article. Agriculture & Food Security, 10(1), 1-25.
- Gahlawat, I. N., & Lakra, P. (2020). Global Climate change and its effects. Integrated Journal of Social Sciences, 7(1), 14-23.
- Camilla Schramek & Sven Harmeling (2001). G20 and Climate Change, time to lead for a safer future (G20 report), Synth. Rep, pp. 7.
- Yoro, K. O., & Daramola, M. O. (2020). CO2 emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. In Advances in carbon capture (pp. 3-28). Woodhead Publishing.
- Pörtner, H. O., & Peck, M. A. (2010). Climate change effects on fishes and fisheries: towards a cause-and-effect understanding. Journal of fish biology, 77(8), 1745-1779.
- Brander, K. M. (2007). Global fish production and climate change. Proceedings of the national academy of sciences, 104(50), 19709-19714.

3. Lignin as a Powerful Organic Sunscreen

- Arruda, M. D. M., da Paz Leôncio Alves, S., da Cruz Filho, I. J., de Sousa, G. F., de Souza Silva, G. A., do Nascimento Santos, D. K. D., do Carmo Alves de Lima, M., de Moraes Rocha, G. J., de Souza, I. A., & de Melo, C. M. L. (2021). Characterization of a lignin from Crataeva tapia leaves and potential applications in medicinal and cosmetic formulations. International Journal of Biological Macromolecules, 180, 286–298. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.03.077
- US EPA. (2021). Basic Ozone Layer Science. United State Environment Protection Agency. https://www.epa.gov/ozone-layer-protection/basic-ozone-layer-science
- Liang, T., Ma, Y., Jiang, Z., Remón, J., Zhou, Y., & Shi, B. (2024). New insights into greener skin healthcare protection: Lignin nanoparticles as additives to develop natural-based sunscreens with high UV protection. Carbon Resources Conversion, 7(4), 100227. https://doi.org/10.1016/J.CRCON.2024.100227
- Nitulescu, G., Lupuliasa, D., Adam-Dima, I., & Nitulescu, G. M. (2023). Ultraviolet filters for cosmetic applications. Cosmetics, 10(4), 101. https://doi.org/10.3390/cosmetics10040101
- Piccinino, D., Capecchi, E., Tomaino, E., Gabellone, S., Gigli, V., Avitabile, D., & Saladino, R. (2021). Nano-Structured Lignin as Green Antioxidant and UV Shielding Ingredient for Sunscreen Applications. Antioxidants (Basel, Switzerland), 10(2), 274. https://doi.org/10.3390/antiox10020274
- Widsten, P. (2020). Lignin-based sunscreens—state-of-the-art, prospects and challenges. In Cosmetics (Vol. 7, Issue 4, pp. 1–8). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/cosmetics7040085
- Zhang, J., Tian, Z., Ji, X. X., & Zhang, F. (2023). Light-colored lignin extraction by ultrafiltration membrane fractionation for lignin nanoparticles preparation as UV-blocking sunscreen. International Journal of Biological Macromolecules, 231. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123244

4. Inspirasi STEM Melalui Projek Sulam Bahan Kitar Semula

- Izwan Abdullah. (2024, Julai 17). KPT bimbang graduan sektor berteknologi tinggi tak mencukupi. Harian Metro. Diakses pada 17 Julai 2024, daripada https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2024/05/1086617/kpt-bimbang-graduan-sektor-berteknologi-tinggi-tak-mencukupi
- BH Online (2024). Kemerosotan minat pelajar terhadap STEM amat membimbangkan – PM. Berita Harian.
- https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2024/03/1228102/kemerosotan-minat-pelajar-terhadap-stem-amat-membimbangkan-pm
- SWM Environment. (2024, Jun 19). Tapak Pelupusan Hampir Mencapai Had Kapasiti: Keperluan Mendesak Untuk Melaksanakan Pengasingan Sisa. Diakses pada 23 Ogos 2024, daripada
- https://swm-environment.com/public/media-swm-in-the-news-details?id=790
- Hafiz, A. H. M. (2022). Norma Baharu: Usaha Sains Memahami Keperluan Masyarakat. Penerbit USIM.
- Jabatan Pendidikan Tinggi (2019). SULAM: Service-Learning Malaysia, University for Society, SULAM Playbook. Kementerian Pendidikan Tinggi.
- https://www.iium.edu.my/media/60247/SULAMPlaybook-eBook.pdf

5. Adaptasi Pertanian Padi Malaysia dalam Era Perubahan Iklim

- Sanadya, A., Yadu, A., Vennel, J., Raj, V., & Singh, R. (2023). Effect of temperature on growth, quality, yield attributing characters and yield of rice – A review. International Journal of Environment and Climate Change. https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i82014
- Pasuquin, E. M., Eberbach, P. L., Hasegawa, T., Lafarge, T., Harnpichitvitaya, D., & Wade, L. J. (2023). Responses to elevated daytime air and canopy temperature during panicle development in four rice genotypes under paddy conditions in large field chambers. Crop and Environment, 2(3), 147-156.
- Padi baharu rintang kemarau. (2024, May 12). Harian Metro. https://www.hmetro.com.my/agro/2024/05/1089506/padi-baharu-rintang-kemarau
- Paramasiva, I., & Madhusudhan, P. (2024). Possible impact of climate change on incidence of insect pests of rice. International Journal of Advanced Biochemistry Research; 8(1): 498-501
- Rao, D. S., Siromani, N., Poojitha, J., Sakhare, A. S., Rao, P. R., & Subrahmanyam, D. (2023). Effect of high-temperature stress on rice grain quality.
- Ren, H., Bao, J., Gao, Z., Sun, D., Zheng, S., & Bai, J. (2023). How rice adapts to high temperatures. Frontiers in plant science, 14, 1137923.

6. Mengapa Serangga Menjadi Jawapan kepada Kelestarian Makanan

- Suresh, Suganisha, Nurul Solehah Mohd Zaini, Muhamad Hafiz Abd Rahim, and Nurul Hawa Ahmad (2023). Insects and worms as an alternative protein source in the halal food industry. In Innovation of Food Products in Halal Supply Chain Worldwide, pp. 127-148. Academic Press, 2023.
- Dr. Zulkifli Mohamad Al Bakri (2022). #524 Memakan Belalang. MaktabahAlBakri. https://maktabahalbakri.com/524-memakan-belalang/
- Torek Sulong. Belalang kerutuk juadah istimewa Aidiladha (2021). Kosmo. https://www.kosmo.com.my/2021/07/18/belalang-kerutuk-juadah-istimewa-aidiladha/
- Japir, Razy & Fazrinah, Dg & Chung, Arthur. (2021). Kepelbagaian Serangga Hutan Hujan Tropika Sabah.
- Chung, Arthur & Khen, Chey & Unchi, Sining & Binti, Momin. (2002). Edible insects and Entomophagy in Sabah, Malaysia. Malayan Nature Journal. 56. 131-144.

7. Nutrisi dan Risiko Serangga sebagai Makanan Alternatif

- Suresh, Suganisha, Nurul Solehah Mohd Zaini, Muhamad Hafiz Abd Rahim, and Nurul Hawa Ahmad (2023). Insects and worms as an alternative protein source in the halal food industry. In Innovation of Food Products in Halal Supply Chain Worldwide, pp. 127-148. Academic Press, 2023.
- Mohd Zaini, Nurul Solehah, Elicia Jitming Lim, Nurul Hawa Ahmad, Ashwini Gengatharan, Wan Abd Al Qadr Imad Wan-Mohtar, and Muhamad Hafiz Abd Rahim (2023). The review of cooking, drying, and green extraction methods on general nutritional properties of mealworms and locusts. Food and Bioprocess Technology 16, no. 9 (2023): 1904-1918.

8. Protein Halal daripada Serangga

- Suresh, Suganisha, Nurul Solehah Mohd Zaini, Muhamad Hafiz Abd Rahim, and Nurul Hawa Ahmad (2023). Insects and worms as an alternative protein source in the halal food industry. In Innovation of Food Products in Halal Supply Chain Worldwide, pp. 127-148. Academic Press, 2023.

9. Bullet-Proofing Our Pantries: Securing Malaysia's Onion Supply Chains

- Bernama. (2023, October 29). India restricts onion exports to boost domestic supply.
- https://www.nst.com.my/world/world/2023/10/972606/india-restricts-onion-exports-boost-domestic-supply
- Charlebois, S., Latif, N., Ilahi, I., Sarker, B., Music, J., & Vezeau, J. (2024). Digital Traceability in Agri-Food Supply Chains: A Comparative Analysis of OECD Member Countries. Foods, 13(7), 1075.
- Dunning, R. (2016). Collaboration and commitment in a regional supermarket supply chain. Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development, 6(4), 21–39.
- http://dx.doi.org/10.5304/jafscd.2016.064.008
- Ibrahim, D. 2023, May 23. Farmers demand long-term solution to vegetable dumping, The Malaysian Insight.
- https://www.themalaysianinsight.com/s/444129
- Lanzai H. A., Abubakar A., & Mohammed U. A. (2023). Determination of different storage techniques and shelf life on onion (Allium sepa L.) bulbs. Bima Journal of Science And Technology (2536-6041), 7(4), 243-249.
- https://doi.org/10.56892/bima.v7i4.548
- Observatory of Economic Complexity. (2024). Onions in Malaysia.
- https://oec.world/en/profile/bilateral-product/onions/reporter/mys
- Stone, J., & Rahimifard, S. (2018). Resilience in agri-food supply chains: a critical analysis of the literature and synthesis of a novel framework. Supply Chain Management: An International Journal, 23(3), 207-238.

10. Rintangan Akarisida: Sengkenit Lembu Semakin Ganas

- Obaid, M. K., Almutairi, M. M., Alouffi, A., Safi, S. Z., Tanaka, T., & Ali, A. (2023). Assessment of cypermethrin and amitraz resistance and molecular profiling of voltage-gated sodium channel and octopamine tyramine genes of Rhipicephalus Microplus. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 13. https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1176013
- Sindhu, Z. U. D., Naseer, M., Raza, A., Aslam, B., Ahmad, J., Abbas, R. Z., Khan, M. K. I., Imran, M., Zafar, M., & Khattak, B. (2022). Resistance to Cypermethrin Is Widespread in Cattle Ticks (Rhipicephalus microplus) in the Province of Punjab, Pakistan: In Vitro Diagnosis of Acaricide Resistance. Pathogens, 11(11), 1293. https://doi.org/10.3390/pathogens11111293
- Yawa, M., Nyangiwe, N., Jaja, I. F., Marufu, M. C., & Kadzere, C. (2022). Acaricide resistance of Rhipicephalus decoloratus ticks collected from communal grazing cattle in South Africa. Journal of Advanced Veterinary and Animal Research, 9(1), 33. https://doi.org/10.5455/javar.2022.i566
- Akande, F. A., Adenubi, O. T., & Garba, A. O. (2020). In vitro Analysis of the Efficacy of Selected Commercial Acaricides on The Cattle Tick Rhipicephalus (Boophilus) annulatus (Acari: Ixodidae). Egyptian Journal of Veterinary Science, 51(2), 153–161. https://doi.org/10.21608/ejvs.2020.21560.1144
- Angus, B. M. (1996). The history of the cattle tick Boophilus microptus in Australia and achievements in its control. International Journal for Parasitology, 26(12), 1341–1355. https://doi.org/10.1016/s0020-7519(96)00112-9
- Rhipicephalus (boophilus) microplus - CFSPH. (n.d.). https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/boophilus_microplus.pdf

12. Robot Ladang: Transformasi Masa Depan Pertanian

- GreyB. "5 Agriculture Technology Trends in 2024."
- Global Ag Tech Initiative. "5 AgTech Trends to Watch in 2024."
- StartUs Insights. "Uncover the Top 10 Agriculture Trends for 2024."
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). "The Future of Food and Agriculture – Digital Technologies for Smallholder Farmers."
- Robotics Business Review. "The Impact of Robotics and Automation on Agriculture."

Catatan



YAYASAN STRATEGIK LESTARI
(PPAB-14/2022)
Unit A-2-16, CoPlace 2, Blok 2260, Jalan Usahawan 1, Cyber 6, 63000 Cyberjaya, Selangor Darul Ehsan.

www.yslestari.org.my/**nexusplus**