

Trend Semasa Pembangunan Yogurt: Pemprosesan, Varieti dan Manfaat Kesihatan (Current Trend of Yoghurt Development: Processing, Varieties, and Health Benefits)

ZHI YIN TER¹, WAN AIDA WAN MUSTAPHA^{1,2}, LEE SIN CHANG^{2,3} & SENG JOE LIM^{1,2,*}

¹*Department of Food Sciences, Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

²*Innovation Centre for Confectionery Technology (MANIS), Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

³*Department of Food Science and Nutrition, Faculty of Applied Sciences, UCSI University Kuala Lumpur, No.1, Jalan Menara Gading, UCSI Heights 56000 Cheras, Kuala Lumpur, Malaysia*

Diserahkan: 18 Oktober 2024/Diterima: 7 Februari 2025

ABSTRAK

Yogurt merupakan produk tenusu terfermentasi yang telah dimakan selama berabad-abad kerana rasa, tekstur dan manfaat kesihatannya yang unik. Dalam beberapa tahun kebelakangan ini, terdapat lonjakan minat dan inovasi dalam pembangunan yogurt yang didorong oleh permintaan pengguna untuk pilihan makanan yang lebih sihat dan pelbagai. Kajian ini memberikan gambaran keseluruhan terhadap trend semasa dalam pemprosesan yogurt, varieti yogurt dan data saintifik yang menyokong pelbagai manfaat kesihatannya. Kemajuan dalam teknik penghasilan yogurt termasuk penggunaan sumber susu alternatif, probiotik dan kaedah pembungkusan yang inovatif telah dibincangkan. Selain itu, kertas ini meneroka pelbagai jenis yogurt yang semakin berkembang, seperti yogurt probiotik, yogurt penuh krim, yogurt rendah lemak, yogurt tanpa lemak, yogurt gaya Greek, yogurt minuman dan yogurt berasaskan tumbuhan untuk memenuhi keutamaan diet dan keperluan pemakanan yang berbeza. Tambahan pula, manfaat kesihatan penggunaan yogurt termasuk kesihatan usus yang lebih baik, mengurangkan risiko penyakit kronik dan meningkatkan fungsi imun juga dibincangkan. Trend semasa dan hala tuju pembangunan pada masa depan untuk industri yogurt juga diuraikan dalam tinjauan ini. Secara keseluruhannya, kajian ini menggariskan trend industri yogurt dan menonjolkan keperluan penyelidikan dan inovasi berterusan untuk memacu pertumbuhan industri dan kesihatan sejagat.

Kata kunci: Manfaat kesihatan; produk tenusu terfermentasi; teknik pemprosesan; varieti; yogurt

ABSTRACT

Yoghurt is a fermented dairy product that has been consumed for centuries due to its unique taste, texture, and health benefits. In recent years, there has been a surge in interest and innovation surrounding yoghurt development, driven by consumer demand for healthier and more diverse food options. This paper provides an overview of the current trends in yoghurt processing, the varieties of yoghurt, and the growing body of evidence supporting its various health benefits. The advancements in yoghurt production techniques, including the use of alternative milk sources, probiotics, and innovative packaging methods have been discussed. Additionally, this review explores the expanding array of yoghurt varieties, such as probiotic yoghurt, full-cream yoghurt, low-fat yoghurt, fat-free yoghurt, Greek-style yoghurt, and plant-based yoghurt, catering to different dietary preferences and nutritional needs. Furthermore, scientific research highlighting the potential health benefits of yoghurt consumption, including improved gut health, reduced risk of chronic diseases, and enhanced immune function was discussed. The current trend and future development directions of the yoghurt industry were also elaborated in this review. Overall, this study underscores the present trend of the yoghurt industry and highlights the need for continuous research and innovation to drive industry growth and healthier consumers.

Keywords: Fermented dairy products; health benefits; processing techniques; varieties; yoghurt

PENDAHULUAN

Makanan dan minuman tenusu yang terfermentasi, seperti yogurt, kefir dan keju adalah antara produk makanan terproses yang terawal dalam sejarah manusia (Marco et al. 2017). Kaedah pemprosesan ini membolehkan manusia zaman tamadun awal menyimpan dan mengambil produk

tenusu dengan selamat, walaupun tanpa penyejukan. Sejak kebelakangan ini, makanan terfermentasi telah mengalami peningkatan populariti yang mendadak disebabkan oleh hayat simpanan, keselamatan, kefungsiannya, sifat sensori dan ciri pemakanan yang dipertingkatkan (Rezac et al. 2018; Ter et al. 2024). Makanan dan minuman terfermentasi

didefinisikan sebagai ‘makanan atau minuman yang dihasilkan melalui pertumbuhan mikrob terkawal dan penukaran komponen makanan melalui tindakan enzim mikrob’ (Dimidi et al. 2019). Kos fermentasi bakteria asid laktik (LAB) yang rendah dengan menggunakan bahan mentah yang boleh diperbaharui telah menggalakkan aplikasi secara meluas dalam industri makanan (Ahmad, Banat & Taher 2020). Produk tenusu terfermentasi yang lazim di pasaran ialah yogurt, keju, krim masam, susu mentega dan kefir, walaupun terdapat pelbagai variasi produk tenusu terfermentasi yang wujud berdasarkan amalan sejarah, geografi dan jenis susu.

Yogurt adalah salah satu produk tenusu terfermentasi yang paling popular di seluruh dunia dan penggunaannya semakin meningkat (Hadjimbei, Botsaris & Chrysostomou 2022). Peningkatan dalam penggunaan yogurt didorong oleh permintaan pengguna yang semakin meningkat untuk alternatif makanan yang lebih sihat dan yogurt muncul sebagai pilihan yang serba boleh dan berkhasiat. Reputasinya sebagai makanan kaya probiotik yang menyokong kesihatan usus telah menyumbang kepada popularitinya dalam kalangan pengguna yang mementingkan kesihatan (Abdi-Moghadam et al. 2023). Tambahan pula, keseimbangan pengguna terhadap kualiti makanan yang diproses dan kelaziman penyakit yang berkaitan dengan gaya hidup, yogurt menonjol sebagai komponen makanan atau hidangan yang sihat dan mudah. Yogurt sebagai makanan padat nutrien yang menyumbang kepada pengambilan protein, kalsium dan nutrien penting lain yang tinggi telah menjadikannya pilihan yang baik untuk individu yang ingin mengekalkan diet seimbang (Angelo & Shirin 2017).

Permintaan pengguna yang semakin meningkat untuk pilihan makanan yang lebih sihat bukan sahaja mendorong pertumbuhan pasaran yogurt tetapi juga mendorong inovasi dalam pembangunan yogurt. Oleh itu, penerokaan teknik pemprosesan baharu dan pembangunan produk baharu diperlukan untuk memenuhi pilihan pengguna yang semakin berkembang. Ini telah menyumbang kepada kemunculan pelbagai varieti yogurt, termasuk yogurt probiotik, yogurt gaya Greek, yogurt minuman dan yogurt berasaskan tumbuhan. Dalam kertas ini, kemajuan dalam teknik pemprosesan, kemunculan varieti baharu dan bukti saintifik yang semakin meningkat yang menyokong manfaat kesihatannya telah diuraikan. Tinjauan ini juga bertujuan untuk memberikan pemahaman yang menyeluruh tentang trend semasa yang membentuk landskap yogurt dan hala tuju masa depan industri yogurt untuk pembangunan dan penggunaan yogurt dalam masyarakat kini.

ASAL USUL YOGURT

Menurut sejarah, fermentasi semula jadi tanpa penggunaan kultur pemula digunakan oleh manusia untuk pengawetan susu pada masa dahulu. Walaupun tiada rekod bertulis untuk mengesan asal-usul produk susu terfermentasi, namun

susu terfermentasi dipercayai berasal dari kawasan Timur Tengah sebelum zaman Phoenisia (1500–300 Sebelum Masihi) (Chandan, Gandhi & Shah 2017). Pada masa itu, pengembala di Timur Tengah menyimpan susu dalam beg yang diperbuat daripada usus haiwan (Fisberg & Machado 2015). Pendedahan susu kepada jus usus, terutamanya semasa cuaca yang panas menyebabkan susu menjadi dadih dan masam, yang membolehkan penyimpanan susu untuk jangka masa yang panjang.

Keasidan yang tinggi dalam produk susu terfermentasi dapat memusnahkan organisma patogen, menjadikan produk susu lebih selamat untuk diambil, terutamanya dalam kebersihan persekitaran yang primitif semasa iklim panas. Dengan merujuk kepada yogurt, ahli sejarah mencadangkan bahawa yogurt telah berkembang di Turki kerana istilah ‘yogurt’ diperoleh daripada kata kerja Turki, iaitu ‘jugurt’ yang bermaksud ‘menjadi dadih atau tergumpal’ (Fisberg & Machado 2015; Kaur et al. 2017). Yogurt juga dinamakan dengan pelbagai nama di seluruh dunia, seperti *katyk* (Armenia), *dahi* (India), *zabadi* (Mesir), *mast* (Iran), *lebenraib* (Arab Saudi), *laban* (Iraq dan Lubnan), *roba* (Sudan), *iogurte* (Brazil), *cuajada* (Sepanyol), *coelhada* (Portugal), *dovga* (Azerbaijan) dan *matsoni* (Georgia, Rusia dan Jepun) (Kaur et al. 2017).

Rekod bertulis yang terawal tentang yogurt boleh didapati dalam sastera *Pliny* pada abad pertama yang menulis tentang negara yang mengetahui cara memekatkan susu menjadi bahan dengan keasidan yang sesuai (Weerathilake et al. 2014). Menurut legenda, penyebaran berita tentang pemberian yogurt oleh pengasas empayar Mongol, iaitu Genghis Khan kepada tenteranya telah menyumbang kepada penyebaran amalan pengambilan yogurt ke seluruh Timur (Shamir & Donovan 2015). Walaupun yogurt telah menjadi sebahagian daripada diet dalam kebanyakan budaya di seluruh dunia, namun pencirian bakteria yang digunakan untuk fermentasi hanya dijalankan pada awal abad ke-20.

TEKNIK PEMROSESAN YOGURT

Teknik pemprosesan yogurt ialah teknik purba yang telah digunakan sejak beribu-ribu tahun yang lalu dan pengetahuan penghasilan yogurt tradisi telah diwarisi daripada generasi ke generasi. Kaedah tradisi untuk menghasilkan yogurt telah diterangkan oleh Heineman pada 1921 dengan mendidih susu dalam bekas tembikar yang bersih di atas api perlahan untuk mengurangkan isi padu susu kira-kira satu per empat kepada lebih daripada satu perdua supaya isi padu akhir adalah antara 50% hingga 75% daripada isi padu asal. Seterusnya, susu disejukkan hingga kira-kira 45–50 °C, ditambah sejumlah kecil produk daripada lot sebelumnya dan akhirnya membungkuskan bekas yang mengandungi campuran ini dengan kain untuk mengekalkan suhu yang seragam selama 10 hingga 12 jam sebelum sedia untuk dimakan (Aryana & Olson 2017).

Dengan peningkatan permintaan untuk yogurt di peringkat global, pengeluaran berskala industri telah berkembang dengan ketara untuk memenuhi keperluan pengguna dengan cekap. Proses perindustrian moden telah memperkemas pengeluaran yogurt untuk memastikan ketekalan dalam kualiti dan rasa produk yogurt, pada masa yang sama untuk memaksimumkan produktiviti penghasilan produk. Pengeluaran yogurt industri biasanya bermula dengan penyeragaman susu apabila kandungan lemak dan protein diselaraskan untuk mencapai spesifikasi produk yang dikehendaki (Deshpande, Katke & Kulkarni 2019). Sumber susu yang biasanya digunakan dalam yogurt adalah susu lembu, manakala yogurt berasaskan tumbuhan dihasilkan dengan menggunakan susu soya, susu badam, susu bijirin dan santan. Codex Alimentarius (Piawai no. 243/2003) telah menetapkan bahawa kandungan minimum protein susu dalam yogurt ialah sekurang-kurangnya 2.7% dan kandungan lemak susu tidak lebih daripada 15% (Jørgensen et al. 2019). Penstabil seperti pektin dan gelatin boleh ditambah ke dalam campuran yogurt untuk mencapai tekstur, rasa mulut, rupa dan kelikatan yogurt dan untuk menghalang pemisahan wei (Lee & Lucey 2010).

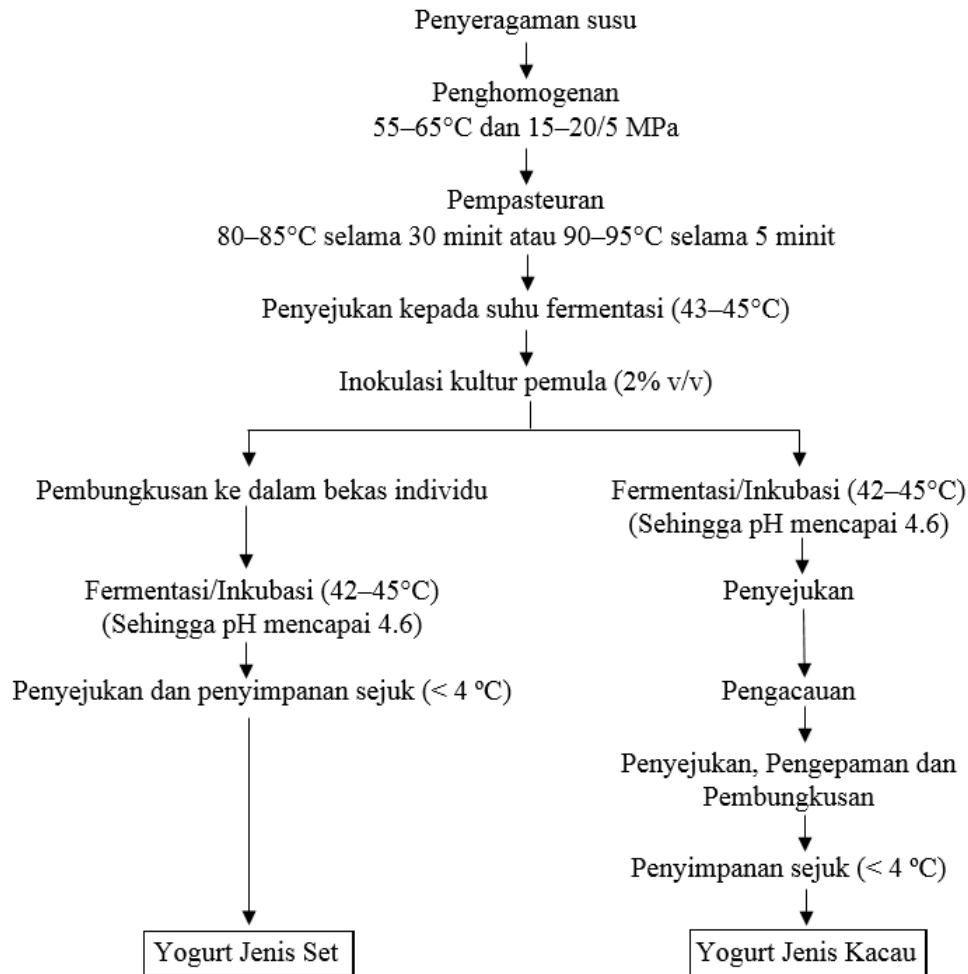
Dalam penghasilan yogurt, susu dirawat dengan homogenisasi untuk mengurangkan diameter globul lemak kepada 1-10 μm dalam susu bagi mengelakkan pemisahan krim dan menghasilkan tekstur berkrim yang licin dalam yogurt (Silva et al. 2022). Seterusnya, susu dipasteur pada 80-85 °C selama 30 minit atau 90-95 °C selama 5 minit dan kaedah ini dapat menghapuskan bakteria berbahaya serta pada masa yang sama mengekalkan kandungan nutrisinya (Weerathilake et al. 2014). Kemudiannya, susu disejukkan kepada suhu fermentasi (43-45 °C) sebelum LAB, biasanya *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang dinyatakan dalam Codex Alimentarius (Piawai no. 243/2003), diinokulasi ke dalam campuran susu (Popović et al. 2020). Oleh sebab minat pengguna yang semakin meningkat dalam kesihatan usus, banyak pengeluar yogurt telah mula menggunakan strain LAB probiotik seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Lactocaseibacillus casei* dan *Bifidobacterium bifidum* ke dalam yogurt untuk menghasilkan produk yogurt probiotik. Susu yang telah diinokulasi dengan LAB diinkubasi pada suhu terkawal, biasanya sekitar 42-45 °C selama 3-8 jam, yang membolehkan kultur bakteria menukar laktosa menjadi asid laktik. Proses fermentasi ini dapat memberikan ciri rasa masam dan tekstur pekat kepada yogurt.

Setelah yogurt mencapai keasidan ($\text{pH} \leq 4.6$) yang diinginkan, yogurt disejukkan untuk menghentikan proses fermentasi dan disimpan pada suhu sejuk untuk mengekalkan kesegaran dan memanjangkan jangka hayat. Berdasarkan garis panduan Persatuan Makanan Tenusu Antarabangsa (IDFA), produk yogurt yang disimpan pada suhu dingin hendaklah mengandungi sekurang-kurangnya 100 juta kultur hidup setiap gram

dan produk yogurt yang disejukkan harus mengandungi sekurang-kurangnya 10 juta kultur hidup setiap gram semasa penghasilan untuk mendapatkan sijil pengesahan kultur hidup dan aktif (Dairy International Foods Association 2013). Langkah pemprosesan tambahan seperti penyaringan (untuk yogurt gaya Greek dan yogurt gaya Perancis), penambahan bahan perasa atau buah-buahan dan fortifikasi dengan vitamin atau mineral boleh ditambahkan ke dalam proses pengeluaran, bergantung pada ciri produk yogurt yang diinginkan.

Teknologi pembungkusan yogurt mempunyai perkembangan yang mendadak daripada pembungkusan tradisi kepada pembungkusan pintar. Pembungkusan tradisional hanya fokus kepada isu yang berkaitan dengan perlindungan daripada punca luaran. Namun begitu, pembungkusan pintar mengambil kira dari segi dalaman (pembungkusan aktif) dan luaran (pembungkusan pintar) (Osmólska, Stoma & Starek-Wójcicka 2022). Kebelakangan ini, teknologi pembungkusan inovatif telah mula diperkenalkan dalam produk yogurt dengan menggunakan agen pintar seperti penunjuk (suhu, masa, gas, integriti dan kesegaran), pembawa data (Kod respons pantas (QR), tag komunikasi medan dekat (NFC) dan pengenalan frekuensi radio (RFID)) serta penderia pintar (suhu) untuk meningkatkan kesegaran, kualiti, keselamatan dan kebolehesaan produk (Mirza Alizadeh et al. 2022). Untuk yogurt jenis set, susu dibungkus ke dalam bekas individu sebelum difermentasi manakala yogurt jenis kacau dikacau dan dibungkus ke dalam bekas individu selepas difermentasi. Langkah penghasilan yogurt jenis set dan yogurt jenis kacau adalah seperti yang digambarkan dalam Rajah 1.

Teknik pemprosesan yogurt komersial memastikan keboleholuan yang tinggi dengan setiap peringkat pengeluaran, dari penyeragaman pasteurisasi, fermentasi dan pembungkusan, dijalankan dalam keadaan terkawal untuk memastikan kualiti produk yang kekal daripada satu kelompok ke kelompok seterusnya. Dengan kawalan yang tepat terhadap setiap proses, pengeluar mampu menghasilkan yogurt yang memenuhi spesifikasi yang sama secara berulang kali, sekali gus mengurangkan kevariabelan yang lazim dalam penghasilan tradisi. Selain itu, pemprosesan yogurt komersial menawarkan kecekapan dan keselamatan yang lebih baik berbanding dengan kaedah tradisi melalui automasi dan kawalan mikrob yang tepat. Kaedah ini memudahkan peningkatan kandungan nutrisi, termasuk penambahan probiotik, sambil membolehkan tekstur dan perisa yang pelbagai. Pendekatan ini menyokong pengeluaran berskala besar dengan piawaian kualiti yang ketat, memenuhi keutamaan pengguna untuk kesihatan dan kepelbagaian yang meningkatkan kebolehlaksanaannya dalam pasaran yang kompetitif.



Sumber: Weerathilake et al. (2014)

RAJAH 1. Carta alir proses penghasilan yogurt jenis set dan yogurt jenis kacau

VARIETI DAN JENIS YOGURT

Terdapat pelbagai variasi dan jenis produk yogurt di pasaran dan yogurt boleh dikategori kepada dua kategori utama, iaitu yogurt kultur biasa dan yogurt probiotik. Yogurt kultur biasa dihasilkan melalui aktiviti fermentasi *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*, yang dapat merangsang mikroflora yang terdapat dalam yogurt untuk membantu mengekalkan kesihatan usus, manakala yogurt probiotik merujuk kepada yogurt yang dihasilkan dengan menggunakan *Bifidobacteria* dan *L. acidophilus* yang mempunyai manfaat kesihatan yang lebih khusus disebabkan oleh strain probiotik yang digunakan (Banerjee et al. 2019). Yogurt probiotik mempunyai populariti yang lebih tinggi disebabkan oleh tekstur yang lebih lembut, berkrim dan kurang berasid serta mempunyai pelbagai manfaat kesihatan termasuk meningkatkan sistem imuniti (Balcells et al. 2017). Selain daripada pengelasan ini, yogurt juga boleh dikategorikan mengikut sifat kimia, sifat fizikal dan penambahan pelbagai perisa.

Yogurt boleh dikelaskan berdasarkan komposisi kimia produk, iaitu yogurt biasa yang dihasilkan dengan menggunakan susu penuh lemak ($\geq 3.25\%$ lemak), yogurt rendah lemak yang dihasilkan dengan menggunakan susu skim separa ($0.5\text{--}2.0\%$ lemak) dan yogurt tanpa lemak yang dihasilkan dengan menggunakan susu skim ($\leq 0.5\%$ lemak) (Saleh et al. 2020). Sifat fizikal yogurt juga boleh dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu pepejal, separa pepejal atau cecair dengan yogurt yang bersifat pepejal dikenali sebagai yogurt set, manakala yogurt dalam separuh pepejal dan bersifat cecair digelar sebagai yogurt kacau dan yogurt minuman. Penambahan pelbagai perisa dalam produk yogurt telah menambah variasi produk yogurt, yang membolehkan pengguna mempunyai pilihan produk yang lebih luas berdasarkan cita rasa masing-masing. Antara perisa yogurt yang boleh didapati dalam pasaran termasuk buah-buahan (seperti epal, aprikot, mangga, strawberi, ceri hitam, kismis hitam, beri biru, raspberi dan lemon), bijirin, sayur-sayuran, coklat, vanila dan karamel.

Selain itu, kaedah penghasilan yogurt juga membahagikan yogurt kepada beberapa varieti, seperti yogurt gaya Greek, yogurt gaya Eropah, yogurt gaya Perancis, yogurt Balkan dan yogurt Swiss. Yogurt gaya Greek telah mengalami peningkatan mendadak dalam populariti di seluruh dunia kerana tekstur berkrim yang berbeza, kandungan protein yang tinggi dan rasa yang tajam (Viquez-Barrantes et al. 2023). Ini kerana yogurt gaya Greek menjalani proses penyaringan tambahan yang tidak dijalankan dalam yogurt tradisi dengan menggunakan kain muslin atau kain mesh halus yang membolehkan pemisahan wei daripada pepejal yogurt (Gyawali et al. 2022). Proses ini dapat menghasilkan tekstur yang lebih pekat dan berkrim dalam yogurt gaya Greek berbanding dengan yogurt tradisi.

Yogurt berasaskan tumbuhan telah muncul sebagai alternatif popular kepada yogurt tenusu tradisi untuk memenuhi permintaan yang semakin meningkat untuk

pilihan bebas tenusu dan vegan disebabkan oleh kesedaran intoleransi laktosa dan peningkatan permintaan untuk diet berasaskan tumbuhan (Jaeger et al. 2023). Yogurt berasaskan tumbuhan dihasilkan dengan mengadun susu berasaskan tumbuhan, biasanya susu soya, susu badam, susu bijirin dan santan dengan kultur probiotik dan pemekat seperti kanji ubi kayu, agar dan karagenan (Montemurro et al. 2021). Campuran tersebut kemudiannya diinkubasi dan difermentasi untuk menghasilkan produk seperti yogurt. Terdapat banyak kajian mengenai pembangunan yogurt berasaskan tumbuhan dalam skala makmal, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1, yang meringkaskan pelbagai bahan tumbuhan, kultur pemula dan kaedah rawatan dalam perumusan yogurt ini. Namun begitu, peralihan kepada pengeluaran berskala komersial adalah masih terhad. Oleh itu, penyelidikan yang berterusan diperlukan untuk mempercepatkan pembangunan produk yogurt berasaskan tumbuhan secara komersial.

JADUAL 1. Beberapa kajian tentang pembangunan yogurt berasaskan tumbuhan dalam skala makmal

Bahan tumbuhan	Kultur pemula	Kaedah rawatan	Rujukan
Protein bijirin pekat (15% b/b)	Strain komersial yogurt yang mengandungi campuran <i>S. thermophilus</i> dan <i>L. bulgaricus</i>	Rawatan haba pada 90 °C selama 30 min	Brückner-Gühmann et al. (2019)
Asingan protein kentang (5% b/i)	Strain komersial yogurt yang mengandungi campuran <i>S. thermophilus</i> dan <i>L. bulgaricus</i>	Penghomogenan tekanan tinggi (200 MPa)	Levy et al. (2021)
Asingan protein kacang (10% b/b)	Strain komersial yogurt yang mengandungi campuran <i>S. thermophilus</i> dan <i>L. bulgaricus</i>	Rawatan haba pada 60 °C selama 60 min dan homogenisasi tekanan tinggi (3 MPa)	Klost & Drusch (2019)
Susu soya (6.8% pepejal)	Strain komersial yogurt yang mengandungi campuran <i>S. thermophilus</i> dan <i>L. bulgaricus</i>	Rawatan haba pada 90 °C selama 15 min	Al-Nabulsi et al. (2014)
Beras perang (22% b/i)	Kultur pemula termofilik komersial FD-DVS YC-180 Yo-Flex® yang mengandungi pelbagai strain LAB	Penambahan gelatin, rawatan haba pada 95 °C selama 30 min dan penapisan	Cáceres et al. (2019)
Tepung millet (8% b/i)	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> GR-1 dan <i>S. thermophilus</i> C106	Rawatan haba pada 90-95 °C selama 60 min	Di Stefano et al. (2017)
Badam (8% b/b)	<i>Limosilactobacillus reuteri</i> ATCC 55730 dan <i>S. thermophilus</i> CECT 986	Penghomogenan tekanan tinggi (172 MPa selama 2-4 s) dan rawatan haba pada 85 °C selama 30 min	Bernat et al. (2015)
Kuinoa (35% b/i)	<i>L. rhamnosus</i> SP1 dan <i>Weissella confusa</i> DSM 20194	Gelatinisasi kanji pada 63 °C selama 19 min	Lorusso et al. (2018)
Tepung nasi (23.4% b/i) dan tepung hemp (6.6% b/i)	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> 18S9 dan <i>Leuconostoc mesenteroides</i> 12MM1	Gelatinisasi pada 80 °C selama 15 min	Montemurro et al. (2023)

Nota: b=berat (g); i=isi padu (mL)

PROFIL NUTRISI YOGURT

Yogurt ialah makanan probiotik yang sangat berkhasiat dengan komponen pemakanan yang merangkumi makronutrien seperti protein, karbohidrat, lemak dan serat (untuk yogurt berasaskan tumbuhan) dan mikronutrien termasuk kalsium, vitamin, kalium dan fosforus. Yogurt merupakan sumber protein berkualiti tinggi, kalsium, kalium, fosforus dan vitamin B termasuk riboflavin, niasin, piridoksina dan kobalamin (Banerjee et al. 2019). Komposisi nutrien yogurt adalah berdasarkan komposisi nutrien susu, spesies dan strain bakteria yang digunakan dalam fermentasi, sumber dan jenis pepejal susu yang ditambah sebelum fermentasi, suhu serta tempoh proses fermentasi (Adolfsson, Meydani & Russell 2004). Jadual 2 menunjukkan komposisi pemakanan bagi jenis yogurt yang berbeza.

Yogurt merupakan sumber probiotik yang kaya, menawarkan bakteria hidup yang bermanfaat untuk kesihatan usus dan sistem pencernaan (Abdi-Moghadam et al. 2023). Bakteria probiotik dalam yogurt, seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, berfungsi membantu mengekalkan keseimbangan mikroflora usus yang penting

untuk kesihatan pencernaan dan daya tahan tubuh. Yogurt tradisi yang biasanya dihasilkan melalui fermentasi dengan strain bakteria semula jadi tanpa sebarang proses tambahan, cenderung mengandungi kepekatan probiotik yang lebih rendah berbanding yogurt komersial. Dalam industri, yogurt probiotik komersial menggunakan strain probiotik yang dipilih khusus untuk meningkatkan kestabilan, ketahanan dan kepekatan probiotik dalam produk akhir dengan sasaran sekurang-kurangnya satu bilion CFU sel berdaya maju setiap hidangan (Meybodi et al. 2020).

Kandungan kalori yogurt bergantung kepada komposisi makronutrientnya, iaitu protein, karbohidrat dan lemak. Yogurt susu penuh krim mempunyai lebih banyak kalori berbanding dengan yogurt jenis rendah lemak dan tanpa lemak kerana kandungan lemaknya yang lebih tinggi. Dari segi kandungan protein, yogurt gaya Greek komersial mengandungi protein yang lebih tinggi kerana melalui proses penapisan tambahan yang menyingkirkan sebahagian besar wei, yang meningkatkan kepekatan protein dalam produk akhir (Karastamatis et al. 2022). Sebaliknya, yogurt tradisi mempunyai variasi kandungan protein bergantung pada jenis susu dan teknik fermentasi,

JADUAL 2. Komposisi pemakanan untuk jenis yogurt yang berbeza (setiap 100 g yogurt)

Komponen	Yogurt susu penuh	Yogurt susu rendah lemak	Yogurt tanpa lemak	Yogurt gaya Greek	Yogurt berasaskan tumbuhan			Yogurt minuman
					Yogurt soya	Yogurt badam	Yogurt kelapa	
Tenaga (kkal)	79	56	54	133	50	97	79	62
Protein	5.7	4.8	5.4	5.7	4.0	2.3	0.6	3.1
Karbohidrat (g)	7.8	7.4	8.2	4.8	2.1	3.0	8.0	13.1
Lemak (g)	3.0	1.0	0.2	10.2	2.3	7.9	4.9	Surih
Serat (g)	NA	NA	NA	NA	1.0	NA	0.2	NA
Tiamin (mg)	0.06	0.12	0.04	0.12	NA	NA	NA	0.03
Riboflavin (mg)	0.27	0.22	0.29	0.13	NA	NA	NA	0.16
Niasin (mg)	0.2	0.1	0.1	0.1	NA	NA	NA	0.1
Piridoksina (mg)	0.10	0.01	0.07	0.01	NA	NA	NA	0.05
Kobalamin (mg)	0.2	0.3	0.2	0.2	NA	NA	NA	0.2
Folat (µg)	18	18	8	6	NA	NA	NA	12
Karoten (µg)	21	Surih	Surih	Surih	NA	NA	NA	Surih
Vitamin D (mg)	0	0.1	Surih	0.1	NA	NA	NA	Surih
Kalium (mg)	280	228	247	184	NA	NA	NA	130
Kalsium (mg)	200	162	160	126	NA	NA	NA	100
Fosforus (mg)	170	143	151	138	NA	NA	NA	81

NA= Data tidak tersedia

Sumber: Grasso, Alonso-Miravalles dan O'Mahony (2020) dan Weerathilake et al. (2014)

namun tanpa proses tambahan, kandungan proteinnya tidak setinggi yogurt gaya Greek industri.

Karbohidrat dalam yogurt kebanyakan berasal daripada laktosa, iaitu gula semula jadi dalam susu (Moore, Horti & Fielding 2018). Jumlah karbohidrat boleh berbeza-beza bergantung kepada sama ada yogurt itu berperisa dan yogurt biasa mempunyai kandungan karbohidrat yang lebih rendah berbanding dengan jenis berperisa. Kandungan serat dalam yogurt berasaskan tumbuhan boleh berbeza-beza bergantung pada jenis susu tumbuhan yang digunakan dengan yogurt soya yang diperbuat daripada susu soya mengandungi jumlah serat yang sederhana kerana kacang soya secara semula jadi mengandungi serat makanan manakala yogurt yang diperbuat daripada susu badam dan santan mengandungi jumlah serat yang lebih rendah berbanding dengan yogurt susu soya kerana susu badam dan santan tidak kaya dengan serat seperti susu soya.

Yogurt merupakan sumber beberapa vitamin B, termasuk riboflavin (B2), niasin (B3), piridoksina (B6), folat (B9) dan kobalamin (B12). Riboflavin terlibat dalam pelbagai proses metabolik dalam badan, termasuk pembentukan sel darah merah dan pengeluaran tenaga (Suwannasom et al. 2020). Niasin penting untuk metabolisme tenaga, pembaikan DNA dan kesihatan kulit (Surjana, Halliday & Damian 2010). Piridoksina terlibat dalam pelbagai tindak balas enzim dalam badan, termasuk metabolisme protein, sintesis neuropemancar dan fungsi imun (Parra, Stahl & Hellmann 2018). Folat merupakan nutrien penting semasa tempoh pertumbuhan dan perkembangan pesat, seperti kehamilan, kerana folat memainkan peranan dalam pembahagian sel, sintesis DNA dan pembentukan sel darah merah (Shulpekova et al. 2021). Kobalamin adalah penting untuk fungsi saraf, sintesis DNA dan pengeluaran sel darah merah (Butola et al. 2020).

Yogurt adalah sumber kalsium yang kaya yang memainkan peranan penting dalam kesihatan tulang,

fungsi otot dan penghantaran saraf (Raskh 2020). Secara umumnya, satu hidangan yogurt boleh membekalkan sekitar 200-300 mg kalsium, bergantung kepada kaedah pemprosesan dan jenis susu yang digunakan untuk menyediakan yogurt. Yogurt komersial sering diperkaya dengan kalsium dan vitamin D bagi memenuhi keperluan pemakanan pengguna, sementara yogurt tradisi bergantung kepada kandungan nutrien asal dalam susu dengan kandungan vitamin D (2-3 µg) yang biasanya rendah (Gasparri et al. 2019). Penambahbaikan ini menjadikan yogurt industri lebih mudah memenuhi keperluan nutrien pengguna. Selain itu, yogurt juga merupakan sumber kalium yang baik, iaitu elektrolit yang penting untuk mengekalkan keseimbangan cecair, fungsi saraf dan pengecutan otot (Yamada & Inaba 2021). Kandungan kalium boleh berbeza-beza bergantung pada jenis yogurt dan ramuannya. Secara keseluruhannya, yogurt ialah makanan kaya nutrien yang membekalkan pelbagai nutrien penting dengan profil nutrisi boleh berbeza-beza bergantung pada jenis yogurt dan ramuannya, menjadikannya penting untuk memilih jenis yogurt yang selaras dengan keutamaan diet dan keperluan pemakanan individu.

MANFAAT KESIHATAN YOGURT

Yogurt merupakan makanan padat nutrien yang dapat meningkatkan kualiti keseluruhan diet dan menambahkan peluang untuk mencapai saranan pemakanan harian yang dicadangkan dalam Saranan Pengambilan Nutrien (RNI) bagi setiap nutrien. Pengambilan yogurt dalam diet seharian dapat memberi banyak manfaat kesihatan disebabkan oleh profil nutrisinya yang kaya dengan pelbagai nutrien. Manfaat kesihatan yogurt adalah berdasarkan komposisi nutrien susu dan metabolit yang terhasil melalui fermentasi, serta jisim bakteria yang besar terkumpul hasil daripada fermentasi (Chandan, Gandhi & Shah 2017). Rajah 2 menunjukkan pelbagai manfaat kesihatan yang diperoleh daripada pengambilan yogurt.



RAJAH 2. Pelbagai manfaat kesihatan pengambilan yogurt

Yogurt ialah sumber semula jadi probiotik, iaitu bakteria berfaedah yang boleh membantu mengekalkan keseimbangan mikroorganisma yang sihat dalam usus. Terdapat beberapa kajian yang menunjukkan manfaat kesihatan yogurt terhadap keadaan gastrousus, termasuk intoleransi laktosa, sembelit, penyakit cirit-birit, kanser kolon, penyakit radang usus, jangkitan *Helicobacter pylori* dan alahan (Adolfsson, Meydani & Russell 2004). Kajian Savaiano (2014) telah melaporkan pencernaan laktosa dan toleransi laktosa yogurt dalam orang yang intoleransi laktosa kerana autopencernaan laktosa oleh bakteria yogurt, iaitu *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*, membantu pencernaan laktosa yang membolehkan penghadaman laktosa secara lebih berkesan. Yogurt berasaskan tumbuhan yang kaya dengan serat, seperti inulin dan pektin, bukan sahaja menyokong pergerakan usus yang sihat, tetapi juga meningkatkan mikrobiota usus, sekali gus meningkatkan pertahanan sistem imun (Craig & Brothers 2021).

Strain probiotik dalam yogurt dapat mempengaruhi mikrobiota usus dengan mengimbangi populasi bakteria, menghasilkan metabolit bioaktif, meningkatkan halangan usus, merangsang aktiviti imun dan mengubah profil mikrobiota yang secara keseluruhannya menyokong keseimbangan dan kesihatan usus (Victoria Obayomi, Folakemi Olaniran & Olugbemiga Owa 2024). Kajian Fox et al. (2015) mendapati pengambilan yogurt probiotik dengan strain *Lactocaseibacillus rhamnosus* (5.2×10^9 CFU/hari), *Bifidobacterium lactis* (5.9×10^9 CFU/hari) dan *L. acidophilus* (8.3×10^9 CFU/hari) sebanyak 200 g/hari selama seminggu dapat mencegah cirit-birit yang berkaitan dengan antibiotik dalam kalangan kanak-kanak yang berumur 1-12 tahun. Kajian Mirghafourvand et al. (2016) pula menunjukkan bahawa pengambilan yogurt probiotik yang diperkaya dengan *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* (4.8×10^{10} CFU) sebanyak 300 g/hari selama 4 minggu dapat mencegah sembelit dalam kalangan wanita mengandung. Namun begitu, saiz sampel yang kecil dan tempoh kajian yang pendek dalam kajian Fox et al. (2015) dan Mirghafourvand et al. (2016) mungkin tidak mencerminkan populasi umum dan menyukarkan penilaian kesan jangka panjang. Oleh itu, kajian longitudinal dengan saiz sampel yang lebih besar diperlukan untuk menilai kesan pengambilan yogurt terhadap pencegahan cirit-birit dan sembelit secara lebih menyeluruh.

Probiotik yang terdapat dalam yogurt juga memainkan peranan dalam menyokong fungsi imun dengan meningkatkan pertahanan semula jadi tubuh terhadap patogen (Maftai et al. 2024). Probiotik boleh merangsang pengeluaran antibodi dan sel imun yang lain, membantu mempertahankan diri daripada jangkitan dan mengurangkan keterukan dan tempoh selesema serta jangkitan pernafasan. Selain itu, yogurt mengandungi nutrien seperti vitamin D dan zink, yang penting untuk fungsi imun dan seterusnya boleh menyumbang kepada kesan meningkatkan imunnya. Kesan imunostimulasi yogurt pada penyakit seperti kanser, jangkitan, gangguan gastrousus dan asma telah dilaporkan

kerana pengambilan yogurt dapat membawa kepada perubahan dalam mikroekologi gastrousus yang boleh menghalang pertumbuhan bakteria patogen, mengurangkan jangkitan dan meningkat kesan antikarsinogenik (El-Abbadi, Dao & Meydani 2014).

Yogurt yang tinggi dalam probiotik dan sebatian bioaktif boleh mengurangkan penyakit kronik tertentu (Miller et al. 2021). Yogurt berasaskan tumbuhan menawarkan manfaat lebih besar dalam mengurangkan risiko penyakit kardiovaskular, kanser, aterosklerosis dan diabetes berbanding yogurt berasaskan tenusu disebabkan oleh kandungan serat, asid lemak tak tepu dan sebatian fenol yang lebih tinggi di dalamnya (Aydar, Tutuncu & Ozcelik 2020). Kajian Hepner et al. (2018) mencadangkan bahawa suplemen diet yang mengandungi yogurt dengan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dapat memberikan kesan positif terhadap pengurangan sintesis kolesterol. Dalam kajian tersebut, kolesterol serum peserta menunjukkan penurunan yang signifikan ($p < 0.05$) antara 5 hingga 10% selepas hanya seminggu pengambilan yogurt yang berpotensi menurunkan risiko serangan jantung dan memberikan manfaat hipokolesterolemik. Walau bagaimanapun, kajian ini hanya menggunakan dua strain tersebut dan tidak mengambil kira kepelbagaian kultur lain yang mungkin menawarkan manfaat kesihatan yang berbeza. Oleh itu, terdapat potensi bias dalam kesimpulan yang diambil, kerana kesan sinergistik antara pelbagai strain yang berbeza tidak dipertimbangkan.

Yogurt ialah makanan padat nutrien yang boleh membantu menyokong pengurusan berat badan dan mengurangkan risiko obesiti apabila diambil sebagai sebahagian daripada diet seimbang. Kajian telah melaporkan bahawa pengambilan yogurt dapat mengurangkan risiko obesiti kerana hasil kajian mendapati pengambilan yogurt dikaitkan dengan indeks jisim tubuh yang lebih rendah, berat badan yang lebih rendah, lilitan pinggang yang lebih kecil dan lemak badan yang lebih rendah (Eales et al. 2015). Selain itu, pengambilan yogurt boleh mengurangkan risiko osteoporosis dan mengekalkan kesihatan tulang kerana yogurt dapat membekalkan nutrien yang diperlukan untuk kesihatan tulang yang optimum seperti kalsium, protein, magnesium, zink dan fosforus (Laird et al. 2017). Kajian epidemiologi dan klinikal terkini telah menunjukkan bahawa yogurt berpotensi untuk memberi kesan pencegahan terhadap kemerosotan kognitif dan demensia, termasuk penyakit Alzheimer (Ano & Nakayama 2018; Lee et al. 2018). Oleh itu, adalah penting untuk memasukkan yogurt dalam diet harian kerana pengambilan yogurt memberikan pelbagai manfaat kesihatan.

TREND DALAM PEMBANGUNAN PRODUK YOGURT

Permintaan untuk produk yogurt semakin meningkat di seluruh dunia yang menyumbang kepada penambahan variasi produk yogurt. Dalam beberapa tahun kebelakangan ini, pasaran yogurt telah berkembang pesat

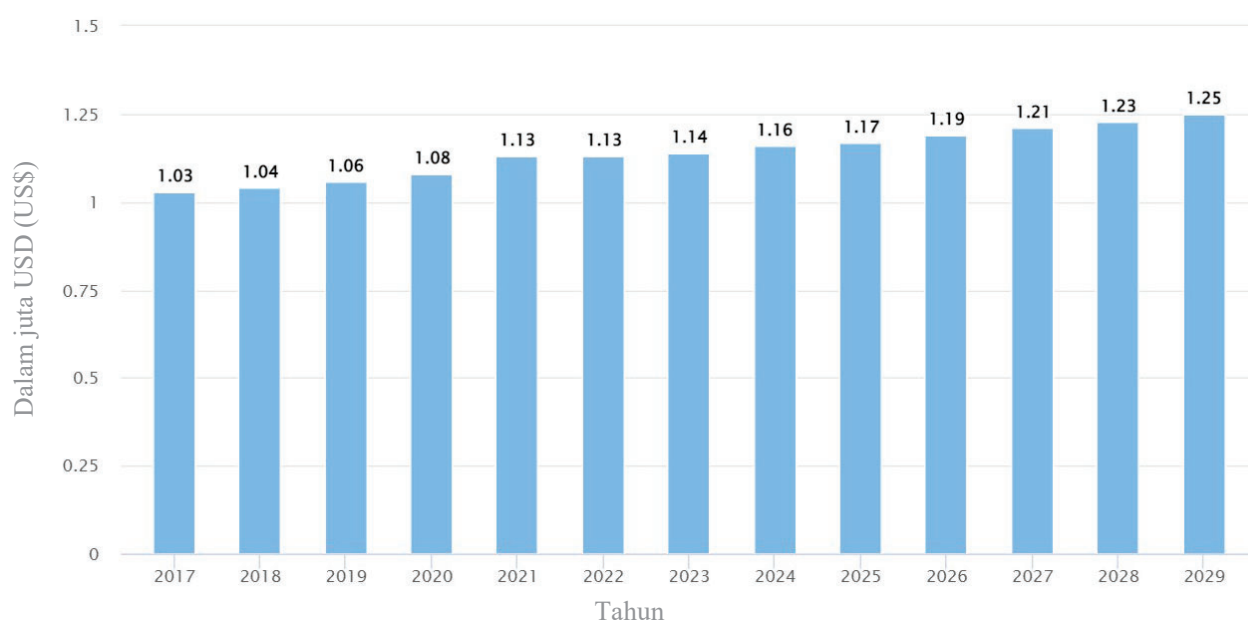
dengan pendapatan dalam segmen yogurt di Malaysia adalah sejumlah US\$1.14 juta pada 2023 (Statista 2024). Pasaran yogurt di Malaysia dijangka terus berkembang pada kadar pertumbuhan sebanyak 1.51% setiap tahun dari tahun 2024 hingga 2029, iaitu sebanyak US\$1.25 juta, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Pengeluar produk yogurt perlu mengetahui tentang trend yogurt yang terkini untuk memenuhi keperluan pengguna yang bijaksana dan memacu pertumbuhan dalam pasaran yogurt.

Dalam era modenisasi ini, terdapat permintaan pengguna yang semakin meningkat untuk produk makanan semula jadi dan organik, termasuk yogurt. Permintaan untuk produk yogurt yang bebas daripada bahan tambahan tiruan, pengawet dan bahan yang diubah suai secara genetik semakin meningkat dalam kalangan pengguna di seluruh dunia. Yogurt mendapat manfaat daripada imej yang mantap sebagai makanan yang sihat secara semula jadi dan dianggap sebagai makanan ringan yang lebih sihat dan lebih mesra alam. Jenama yogurt telah menyahut trend ini dengan menawarkan produk yogurt dengan tuntutan kesihatan, seperti 'tinggi protein', 'rendah lemak', 'rendah gula' atau 'kaya probiotik' untuk menarik minat pengguna yang mementingkan kesihatan dan menyampaikan manfaat pemakanan produk yogurt. Trend ini dapat menyumbang kepada peningkatan kesihatan global dengan menyediakan pilihan makanan yang lebih berkhasiat dan menyokong sistem imun.

Di samping permintaan untuk pilihan semula jadi dan organik, terdapat minat yang semakin meningkat dalam yogurt istimewa dan berperisa. Laporan FMCG Gurus (2021) melaporkan bahawa sebanyak 74% pengguna

global menyukai produk makanan dan minuman dengan perisa baharu dan eksotik kerana ini memberi mereka sesuatu topik untuk dibincangkan dengan rakan dan keluarga. Oleh itu, produk yogurt dengan perisa eksotik dan kelainan semakin meningkat dalam pasaran kerana pengeluar ingin membuat inovasi untuk membezakan produknya dengan produk yogurt yang lain. Pengeluar giat meneroka pelbagai jenis perisa eksotik yang diilhamkan daripada masakan yang berasal dari seluruh dunia termasuk mangga lassi, laici mawar, markisa, buah naga, jambu batu, kelapa nanas, delima acai, pandan dan bunga raya untuk menarik minat pengguna yang mencari pengalaman rasa unik. Inovasi dalam produk yogurt dan pengenalan variasi baharu ini tidak hanya merangsang pertumbuhan pasaran, tetapi juga meningkatkan persaingan antara pengeluar, serta memperluas aksesibiliti produk ke segmen pengguna yang lebih luas.

Selain daripada trend perubahan perisa, terdapat trend yang semakin meningkat ke arah tekstur yogurt yang lebih pekat dan berkrim. Ini dapat dilihat dengan peningkatan populariti yogurt gaya Greek yang mempunyai tekstur yang lebih pekat dan berkrim berbanding dengan yogurt biasa. Yogurt gaya Greek disediakan melalui penapisan dadih dan pengasingan air yang berlebihan daripada wei. Proses penapisan ini telah menjadikan yogurt gaya Greek menjadi lebih pekat dan berkrim berbanding yogurt biasa. Kajian mendapati bahawa sebanyak 91% pengguna global menyukai makanan dengan ketekalan berkrim (DSM 2021). Kajian Dias, Sajiwani dan Rathnayaka (2020) telah menunjukkan bahawa lebih daripada 80% pengguna menyukai yogurt rendah lemak disebabkan oleh teksturnya



Sumber: Statista (2024)

Data yang ditunjukkan adalah menggunakan kadar pertukaran semasa. Pendapatan dari tahun 2024 hingga tahun 2029 adalah berdasarkan jangkaan

RAJAH 3. Pendapatan dalam segmen yogurt dari tahun 2017 hingga tahun 2029 di Malaysia

yang lebih tebal. Oleh itu, tekstur menjadi kriteria penting untuk memberi pengalaman deria yang digemari untuk pengguna.

Sejak beberapa tahun kebelakangan ini, yogurt berprotein tinggi telah semakin menarik minat pengguna disebabkan oleh penambahbaikan dalam rasa, tekstur dan nilai pemakanan (Jørgensen et al. 2019). Protein wei, susu mentega dan susu tepung skim digunakan secara meluas untuk memperkayakan yogurt. Kajian Atallah, Morsy dan Gemiel (2020) telah membangunkan yogurt rendah lemak yang diperkaya dengan protein wei pekat, kalsium kaseinat dan serbuk spirulina (*Spirulina platensis*) dan hasil kajian mereka mendapati yogurt yang diperkaya dengan protein wei mempunyai penerimaan sensori yang tertinggi manakala yogurt yang diperkaya dengan serbuk spirulina menunjukkan aktiviti antioksidan yang tertinggi. Kajian Shin, Kim dan Baik (2021) pula telah menghasilkan yogurt soya berasaskan tumbuhan dengan menggunakan protein soya, protein pea, protein beras dan protein badam dengan hasil kajian mereka mencadangkan bahawa protein pea memberi sifat fizikal yang terbaik untuk menghasilkan yogurt soya label bersih tanpa bahan tambahan kimia. Namun, terdapat cabaran dalam penerimaan pengguna terhadap yogurt berasaskan tumbuhan, terutama dari segi rasa dan tekstur yang sering dianggap kurang memuaskan berbanding yogurt konvensional. Oleh itu, usaha untuk meningkatkan pemahaman pengguna mengenai manfaat kesihatan dan memperbaiki pengalaman rasa akan menjadi kunci untuk menarik minat pengguna terhadap produk yogurt berasaskan tumbuhan.

Trend ke arah memasukkan bahan-bahan berfungsi dengan manfaat kesihatan ke dalam produk yogurt juga diperhatikan dalam tahun kebelakangan ini. Sebagai contoh, penambahan biji chia dalam *Yoplait® Power Yogurt* yang membantu menyokong sistem imun telah menunjukkan trend ke arah ramuan berfungsi. Ini kerana pengguna lebih berminat terhadap makanan berfungsi yang mempunyai manfaat kesihatan disebabkan oleh peningkatan kesedaran untuk menjaga kesihatan, terutamanya selepas pandemik COVID-19 (Nguyen & Phan 2022). Walaupun yogurt merupakan pilihan snek yang sihat disebabkan oleh nilai pemakanan yang tinggi, namun persepsi pengguna terhadap makanan sihat adalah lebih kepada manfaat kesihatan berfungsi seperti imuniti yang lebih baik atau kebolehan kognitif yang lebih baik. Dengan pengenalan bahan-bahan berfungsi seperti biji chia dan protein tinggi, produk yogurt kini bukan hanya menjadi pilihan makanan ringan tetapi juga alat untuk menyokong kesejahteraan yang lebih baik. Namun, cabaran mungkin timbul daripada kos pengeluaran yang lebih tinggi untuk bahan berkualiti tinggi dan ramuan berfungsi, yang mungkin mempengaruhi harga akhir produk dan seterusnya, penerimaan pengguna.

Secara keseluruhan, pilihan pengguna dalam pasaran yogurt akan terus berkembang dengan jenama yang boleh bertindak balas dengan berkesan kepada trend ini dan berinovasi dalam pembangunan produk berada pada

kedudukan yang baik untuk berjaya dalam industri yogurt yang dinamik. Seiring dengan pertumbuhan permintaan untuk produk yogurt yang sihat dan berfungsi, pengeluar perlu menyesuaikan strategi pemasaran dan pengeluaran mereka untuk menarik perhatian pengguna yang semakin bijaksana. Pengeluar juga harus mempertimbangkan keperluan untuk mencipta produk yang bukan sahaja menawarkan manfaat kesihatan yang terbukti tetapi juga memenuhi cita rasa dan tekstur yang diinginkan. Dengan pendekatan yang tepat, pengeluar yogurt dapat meningkatkan kedudukan mereka dalam pasaran yang kompetitif ini dan memenuhi permintaan pengguna terhadap produk yang berkualiti tinggi dan berfungsi.

CABARAN DAN HALA TUJU MASA DEPAN

Kemampuan dalam pengeluaran merupakan cabaran yang dihadapi dalam industri yogurt. Ini kerana pengeluaran yogurt, terutamanya daripada sumber tenusu konvensional, boleh memberi kesan alam sekitar yang ketara yang berkaitan dengan pelepasan gas rumah hijau, penggunaan sumber termasuk air, tenaga dan tanah serta penjejakan sisa (Carlsson Kanyama, Hedin & Katzeff 2021). Untuk menangani cabaran ini, pendekatan holistik yang merangkumi amalan penyumberan mampan (sumber protein alternatif), proses pengeluaran yang cekap (pengoptimuman penggunaan sumber semasa proses pengeluaran dan penggunaan sumber tenaga yang boleh diperbaharui) dan strategi pengurangan sisa (penggunaan pembungkusan mesra alam) diperlukan. Walaupun menghadapi cabaran, namun terdapat banyak peluang untuk penyelidikan dan inovasi lanjut dalam industri yogurt untuk memacu pertumbuhan industri yogurt. Kajian pada masa depan harus fokus kepada penerokaan sumber protein alternatif, ramuan baharu, teknologi pemprosesan novel dan formulasi produk inovatif yang boleh membawa kepada pembangunan produk yogurt yang lebih mampan dan lebih sihat. Penyelidikan lanjut tentang probiotik, ramuan berfungsi dan kesannya terhadap kesihatan usus, fungsi imun dan kesejahteraan keseluruhan berpotensi untuk menyumbang kepada peningkatan lagi manfaat kesihatan yogurt. Selain itu, inovasi dalam bahan dan reka bentuk pembungkusan produk yogurt diperlukan untuk meningkatkan kualiti produk, hayat simpan dan kemampuan. Oleh itu, adalah penting untuk mewujudkan kerjasama antara industri, akademik dan institusi penyelidikan untuk memacu kemajuan dalam pengeluaran yogurt, menangani keperluan pengguna dan permintaan pasaran, pada masa yang sama mempromosikan kemampuan dan kesihatan.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, tinjauan ini menyediakan penerokaan komprehensif tentang yogurt yang merupakan produk tenusu terfermentasi popular yang telah mendapat perhatian dari seluruh dunia untuk pelbagai manfaat

kesihatannya. Kemajuan dalam industri yogurt termasuk penggunaan sumber susu alternatif, probiotik dan kaedah pembungkusan yang inovatif telah membawa kepada manfaat kesihatan dan kepelbagaian produk yang dipertingkatkan. Kemunculan pelbagai jenis yogurt seperti yogurt probiotik, yogurt rendah lemak, yogurt tanpa lemak, yogurt gaya Greek dan yogurt berasaskan tumbuhan telah menunjukkan keutamaan pengguna yang berkembang untuk yogurt yang lebih sihat dengan kandungan protein yang lebih tinggi, tekstur yang unik dan pilihan bebas tenusu. Selain itu, yogurt merupakan makanan padat nutrien yang kaya dengan protein, vitamin, kalsium dan probiotik yang telah menyerlahkan peranannya dalam menggalakkan kesihatan usus, memperkukuh fungsi imun dan mengurangkan penyakit kronik. Dengan inovasi yang berterusan dan kemampanan dalam pemprosesan, yogurt berpotensi sebagai pilihan makanan yang berkhasiat dan serba boleh yang akan terus memainkan peranan penting dalam diet global pada masa depan.

PENGHARGAAN

Kajian ini disokong oleh Dana Impak Perdana 2.0 (DIP-2024-008) daripada Universiti Kebangsaan Malaysia dan Skim Geran Penyelidikan Prototaip (PRGS/1/2022/WAB04/UKM/02/1) daripada Kementerian Pengajian Tinggi, Malaysia. Kami ingin merakamkan penghargaan kepada Jabatan Sains Makanan dan Pusat Inovasi Teknologi Konfeksi (MANIS), Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) kerana menyediakan segala kemudahan dan sumber yang diperlukan untuk kajian ini.

RUJUKAN

- Abdi-Moghadam, Z., Darroudi, M., Mahmoudzadeh, M., Mohtashami, M., Jamal, A.M., Shamloo, E. & Rezaei, Z. 2023. Functional yogurt, enriched and probiotic: A focus on human health. *Clinical Nutrition ESPEN* 57: 575-586.
- Adolfsson, O., Meydani, S.N. & Russell, R.M. 2004. Yogurt and gut function. *American Society for Clinical Nutrition* 80: 245-256.
- Ahmad, A., Banat, F. & Taher, H. 2020. A review on the lactic acid fermentation from low-cost renewable materials: Recent developments and challenges. *Environmental Technology and Innovation* 20: 101138.
- Al-Nabulsi, A., Shaker, R., Osaili, T., Al-Taani, M., Olaimat, A., Awaisheh, S., Abushelaibi, A. & Holley, R. 2014. Sensory evaluation of flavored soy milk-based yogurt: A comparison between Jordanian and Malaysian consumers. *Journal of Food Science and Engineering* 4: 27-35.
- Angelo, T. & Shirin, P. 2017. Yogurt consumption as a signature of a healthy diet and lifestyle. *The Journal of Nutrition* 147(7): 1476S-1480S.
- Ano, Y. & Nakayama, H. 2018. Preventive effects of dairy products on dementia and the underlying mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences* 19(7): 1927.
- Aryana, K.J. & Olson, D.W. 2017. A 100-year review: Yogurt and other cultured dairy products. *Journal of Dairy Science* 100(12): 9987-10013.
- Atallah, A.A., Morsy, O.M. & Gemiel, D.G. 2020. Characterization of functional low-fat yogurt enriched with whey protein concentrate, Ca-caseinate and spirulina. *International Journal of Food Properties* 23(1): 1678-1691.
- Aydar, E.F., Tutuncu, S. & Ozcelik, B. 2020. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods* 70: 103975.
- Balcells, F., Mariani, C., Weill, R., Perdigon, G.L. & Maldonado-Galdeano, C. 2017. Effect of yogurt with or without probiotic addition on body composition changes and immune system in an obese model. *Journal of Food Science and Nutrition* 3(2): 1-9.
- Banerjee, U., Malida, R., Panda, R., Halder, T. & Roymahapatra, G. 2019. Variety of yougurt and its health aspects - A brief review. *International Journal of Innovative Practice and Applied Research* 7(7): 56-66.
- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A. & González-Martínez, C. 2015. Probiotic fermented almond "milk" as an alternative to cow-milk yoghurt. *International Journal of Food Studies* 4(2): 201-211.
- Brückner-Gühmann, M., Vasil'eva, E., Culetu, A., Duta, D., Sozer, N. & Drusch, S. 2019. Oat protein concentrate as alternative ingredient for non-dairy yoghurt-type product. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 99(13): 5852-5857.
- Butola, L.K., Kute, P.K., Anjankar, A., Dhok, A., Gusain, N. & Vagga, A. 2020. Vitamin B12 - Do you know everything? *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences* 9(42): 3139-3146.
- Cáceres, P.J., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., García-Mora, P. & Frías, J. 2019. Development of a multifunctional yogurt-like product from germinated brown rice. *LWT* 99: 306-312.
- Carlsson Kanyama, A., Hedin, B. & Katzeff, C. 2021. Differences in environmental impact between plant-based alternatives to dairy and dairy products: A systematic literature review. *Sustainability* 13(22): 12599.
- Chandan, R.C., Gandhi, A. & Shah, N.P. 2017. Yogurt: Historical background, health benefits, and global trade. Dlm. *Yogurt in Health and Disease Prevention*, disunting oleh Shah, N.P. Cambridge: Academic Press. hlm. 3-29.

- Codex Alimentarius. 2008. *Milk and Milk Products*. <https://www.fao.org/4/i2085e/i2085e00.pdf> (Diakses pada 28 Mac 2024).
- Craig, W.J. & Brothers, C.J. 2021. Nutritional content and health profile of non-dairy plant-based yogurt alternatives. *Nutrients* 13(11): 4069.
- Dairy International Foods Association. 2013. *Live & Active Cultures Seal*. <https://www.idfa.org/live-active-cultures-seal> (Diakses pada 26 Mac 2024).
- Deshpande, H.W., Katke, S.D. & Kulkarni, A.S. 2019. Process standardization and quality evaluation of yogurt fortified with noni juice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8(10): 179-186.
- Dias, P.G.I., Sajiwani, J.W.A. & Rathnayaka, R.M.U.S.K. 2020. Consumer perception and sensory profile of probiotic yogurt with added sugar and reduced milk fat. *Heliyon* 6(7): e04328.
- Dimidi, E., Cox, S.R., Rossi, M. & Whelan, K. 2019. Fermented foods: Definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. *Nutrients* 11(8): 1-26.
- DSM. 2021. *When it Comes to Yogurt, Consumers Want to Feel the Difference*. https://www.dsm.com/food-specialties/en_US/insights/dairy/when-it-comes-to-yogurt-consumers-want-to-feel-the-difference.html (Diakses pada 28 Mac 2024).
- Eales, J., Lenoir-Wijnkoop, I., King, S., Wood, H., Kok, F.J., Shamir, R., Prentice, A., Edwards, M., Glanville, J. & Atkinson, R.L. 2015. Is consuming yoghurt associated with weight management outcomes? Results from a systematic review. *International Journal of Obesity (Lond)* 40(5): 731-746.
- El-Abbadi, N.H., Dao, M.C. & Meydani, S.N. 2014. Yogurt: Role in healthy and active aging. *American Society for Nutrition* 99(5): 1263S-1270S.
- Fisberg, M. & Machado, R. 2015. History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition Reviews* 73(S1): 4-7.
- FMCG Gurus. 2021. *Flavor, Color, Texture Trends in 2021*. <https://fmcggurus.com/blog/fmcg-gurus-flavor-color-texture-trends-in-2021/>. (Diakses pada 29 Mac 2024).
- Fox, M.J., Ahuja, K.D.K., Robertson, I.K., Ball, M.J. & Eri, R.D. 2015. Can probiotic yogurt prevent diarrhoea in children on antibiotics? A double-blind, randomised, placebo-controlled study. *BMJ Open* 5(1): 1-7.
- Gasparri, C., Perna, S., Spadaccini, D., Alalwan, T., Girometta, C., Infantino, V. & Rondanelli, M. 2019. Is vitamin D-fortified yogurt a value-added strategy for improving human health? A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Journal of Dairy Science* 102(10): 8587-8603.
- Grasso, N., Alonso-Miravalles, L. & O'Mahony, J.A. 2020. Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. *Foods* 9(3): 252.
- Gyawali, R., Feng, X., Chen, Y.P., Lorenzo, J.M. & Ibrahim, S.A. 2022. A review of factors influencing the quality and sensory evaluation techniques applied to Greek yogurt. *Journal of Dairy Research* 89(2): 213-219.
- Hadjimbei, E., Botsaris, G. & Chrysostomou, S. 2022. Beneficial effects of yoghurts and probiotic fermented milks and their functional food potential. *Foods* 11(17): 2691.
- Hepner, G., Fried, R., St. Jeor, S., Fusetti, L. & Morin, R. 2018. Hypocholesterolemic effect of yogurt and milk. *The American Journal of Clinical Nutrition* 32(1): 19-24.
- Jaeger, S.R., Cardello, A.V., Jin, D., Ryan, G.S. & Giacalone, D. 2023. Consumer perception of plant-based yoghurt: Sensory drivers of liking and emotional, holistic and conceptual associations. *Food Research International* 167: 112666.
- Jørgensen, C.E., Abrahamsen, R.K., Rukke, E.O., Hoffmann, T.K., Johansen, A.G. & Skeie, S.B. 2019. Processing of high-protein yoghurt - A review. *International Dairy Journal* 88: 42-59.
- Karastamatis, S., Zoidou, E., Moatsou, G. & Moschopoulou, E. 2022. Effect of modified manufacturing conditions on the composition of greek strained yogurt and the quantity and composition of generated acid whey. *Foods* 11(24): 3953.
- Kaur, R., Kaur, G., Mishra, S.K., Panwar, H., Mishra, K.K. & Brar, G.S. 2017. Yogurt : A nature's wonder for mankind. *International Journal of Food and Fermentation Technology* 6(1): 57-69.
- Klost, M. & Drusch, S. 2019. Structure formation and rheological properties of pea protein-based gels. *Food Hydrocolloids* 94: 622-630.
- Laird, E., Molloy, A.M., McNulty, H., Ward, M., Mccarroll, K., Hoey, L., Hughes, C.F., Cunningham, C., Strain, J. & Casey, M.C. 2017. Greater yogurt consumption is associated with increased bone mineral density and physical function in older adults. *Osteoporosis International* 28(8): 2409-2419.
- Lee, J., Fu, Z., Chung, M., Jang, D. & Lee, H. 2018. Role of milk and dairy intake in cognitive function in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition Journal* 17: 1-15.
- Lee, W.J. & Lucey, J.A. 2010. Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 23(9): 1127-1136.
- Levy, R., Okun, Z., Davidovich-Pinhas, M. & Shpigelman, A. 2021. Utilization of high-pressure homogenization of potato protein isolate for the production of dairy-free yogurt-like fermented product. *Food Hydrocolloids* 113: 106442.

- Lorusso, A., Coda, R., Montemurro, M. & Rizzello, C. 2018. Use of selected lactic acid bacteria and quinoa flour for manufacturing novel yogurt-like beverages. *Foods* 7(4): 51.
- Maftai, N.M., Raileanu, C.R., Balta, A.A., Ambrose, L., Boev, M., Marin, D.B. & Lisa, E.L. 2024. The potential impact of probiotics on human health: An update on their health-promoting properties. *Microorganisms* 12(2): 234.
- Marco, M.L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C.J., Cotter, P.D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E.J. & Hutkins, R. 2017. Health benefits of fermented foods: Microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology* 44: 94-102.
- Meybodi, N.M., Mortazavian, A.M., Arab, M. & Nematollahi, A. 2020. Probiotic viability in yoghurt: A review of influential factors. *International Dairy Journal* 109: 104793.
- Miller, B., Mainali, R., Nagpal, R. & Yadav, H. 2021. A newly developed synbiotic yogurt prevents diabetes by improving the microbiome – intestine – pancreas axis. *International Journal of Molecular Sciences* 22(4): 1647.
- Mirghafourvand, M., Rad, A.H., Charandabi, S.M.A., Fardiazar, Z. & Shokri, K. 2016. The effect of probiotic yogurt on constipation in pregnant women: A randomized controlled clinical trial. *Iranian Red Crescent Medical Journal* 18(11): e39870.
- Mirza Alizadeh, A., Masoomian, M., Shakooie, M., Zabihzadeh Khajavi, M. & Farhoodi, M. 2022. Trends and applications of intelligent packaging in dairy products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 62(2): 383-397.
- Montemurro, M., Verni, M., Rizzello, C.G. & Pontonio, E. 2023. Design of a plant-based yogurt-like product fortified with hemp flour: Formulation and characterization. *Foods* 12(3): 485.
- Montemurro, M., Pontonio, E., Coda, R. & Rizzello, C.G. 2021. Plant-based alternatives to yogurt: State-of-the-art and perspectives of new biotechnological challenges. *Foods* 10(2): 316.
- Moore, J.B., Horti, A. & Fielding, B.A. 2018. Evaluation of the nutrient content of yogurts: A comprehensive survey of yogurt products in the major UK supermarkets. *BMJ Open* 8(8): e021387.
- Nguyen, T.T. & Phan, H.T.T. 2022. Impact of COVID-19 anxiety on functional foods consuming intention: Role of electronic word of mouth. *Heliyon* 8(11): e11344.
- Osmólska, E., Stoma, M. & Starek-Wójcicka, A. 2022. Application of biosensors, sensors, and tags in intelligent packaging used for food products - A review. *Sensors* 22(24): 9956.
- Parra, M., Stahl, S. & Hellmann, H. 2018. Vitamin B6 and its role in cell metabolism and physiology. *Cells* 7(7): 84.
- Popović, N., Brdarić, E., Đokić, J., Dinić, M., Veljović, K., Golić, N. & Terzić-Vidojević, A. 2020. Yogurt produced by novel natural starter cultures improves gut epithelial barrier in vitro. *Microorganisms* 8(10): 1586.
- Raskh, S. 2020. The importance and role of calcium on the growth and development of children and its complications. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology* 7(6): 162-167.
- Rezac, S., Kok, C.R., Heermann, M. & Hutkins, R. 2018. Fermented foods as a dietary source of live organisms. *Frontiers in Microbiology* 9: 1785.
- Saleh, A., Mohamed, A.A., Alamri, M.S., Hussain, S., Qasem, A.A. & Ibraheem, M.A. 2020. Effect of different starches on the rheological, sensory and storage attributes of non-fat set yogurt. *Foods* 9(1): 61.
- Savaiano, D.A. 2014. Lactose digestion from yogurt: Mechanism and relevance 1-3. *The American Journal of Clinical Nutrition* 99(5): 1251-1255.
- Shamir, R. & Donovan, S.M. 2015. Introduction to the second global summit on the health effects of yogurt. *Nutrition Reviews* 73(S1): 1-3.
- Shin, J.S., Kim, B.H. & Baik, M.Y. 2021. Applicable plant proteins and dietary fibers for simulate plant-based yogurts. *Foods* 10(10): 2305.
- Shulpekova, Y., Nechaev, V., Kardasheva, S., Sedova, A., Kurbatova, A., Bueverova, E., Kopylov, A., Malsagova, K., Dlamini, J.C. & Ivashkin, V. 2021. The concept of folic acid in health and disease. *Molecules* 26(12): 3731.
- Silva, M., Kadam, M.R., Munasinghe, D., Shanmugam, A. & Chandrapala, J. 2022. Encapsulation of nutraceuticals in yoghurt and beverage products using the ultrasound and high-pressure processing technologies. *Foods* 11(19): 2999.
- Statista. 2024. *Yogurt-Malaysia*. <https://www.statista.com/outlook/emo/food/dairy-products-eggs/yogurt/malaysia> (Diakses pada 27 Mac 2024).
- Di Stefano, E., White, J., Seney, S., Hekmat, S., McDowell, T., Sumarah, M. & Reid, G. 2017. A novel millet-based probiotic fermented food for the developing world. *Nutrients* 9(5): 529.
- Surjana, D., Halliday, G.M. & Damian, D.L. 2010. Role of nicotinamide in DNA damage, mutagenesis, and DNA repair. *Journal of Nucleic Acids* 2010: 157591.
- Suwannasom, N., Kao, I., Pruß, A., Georgieva, R. & Bäuml, H. 2020. Riboflavin: The health benefits of a forgotten natural vitamin. *International Journal of Molecular Sciences* 21(3): 950.
- Ter, Z.Y., Chang, L.S., Babji, A.S., Nurul Aqilah, M.Z., Fazry, S. & Lim, S.J. 2024. A review on proteolytic fermentation of dietary protein using lactic acid bacteria for the development of novel proteolytically fermented foods. *International Journal of Food Science & Technology* 59: 1213-1236.

- Victoria Obayomi, O., Folakemi Olaniran, A. & Olugbemiga Owa, S. 2024. Unveiling the role of functional foods with emphasis on prebiotics and probiotics in human health: A review. *Journal of Functional Foods* 119: 106337.
- Viquez-Barrantes, D., Lau-Lee, N., Cubero-Castillo, E. & Cordero-García, M. 2023. Comparing consumer acceptance, sensory profile, and chemical properties in artisanal and industrial Greek-style yogurts processing: A path to enhancing food safety. *NFS Journal* 33: 100156.
- Weerathilake, W.A.D.V, Rasika, D.M.D., Ruwanmali, J.K.U. & Munasinghe, M.A.D.D. 2014. The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. *International Journal of Scientific and Research Publications* 4(4): 1-10.
- Yamada, S. & Inaba, M. 2021. Potassium metabolism and management in patients with CKD. *Nutrients* 13(6): 1751.
- *Pengarang untuk surat-menyurat; email: joe@ukm.edu.my