

Penghasilan yogurt *okara* daripada hampas kacang soya

(Production of *okara* yoghurt from soybean curd residue)

Azlina Mansor, Nur Aqilah Rosli, Muhammad Anas Othaman dan Siti Khadijah Mahadi

Pengenalan

Hampas kacang soya atau juga dikenali sebagai *okara* (berasal daripada bahasa Jepun) merupakan sisa pepejal tidak larut yang terhasil daripada proses penghasilan susu soya dan tauhu. Selain *okara* (Jepun), ia juga dikenali sebagai *douzha* atau *tofuzha* (China) dan *bejee* (Korea). *Okara* biasanya dihasilkan dalam kuantiti yang banyak daripada proses penghasilan produk hasilan soya. Sebanyak 1.2 kg *okara* (berat basah) dihasilkan daripada setiap 1 kg kacang soya yang diproses menjadi susu soya atau tauhu. Kandungan kelembapan *okara* yang sangat tinggi (70 – 80%) menyebabkan ia sangat kurang digunakan semula kerana sukar untuk dikendali dan mudah menjadi busuk. Oleh itu, ia sering dibuang begitu sahaja di tapak pelupusan sampah atau dibakar.

Menurut laporan daripada USDA (*United States Department of Agriculture*), pengeluaran kacang soya dunia adalah dianggarkan sebanyak 323.7 juta tan metrik pada tahun 2017. Pengeluaran produk soya yang tinggi di seluruh dunia telah menyebabkan penghasilan *okara* juga turut meningkat terutamanya di negara-negara Asia seperti di China, Jepun, Korea dan Singapura di mana sebanyak 2.8 juta tan metrik *okara* dihasilkan setiap tahun di China daripada proses penghasilan produk soya. Di negara-negara Barat dan Amerika, *okara* dijadikan sebagai makanan bagi haiwan ternakan ataupun dibuang begitu sahaja ke tapak pelupusan sampah. Bagi mengurangkan kesan pencemaran kepada alam sekitar yang disebabkan oleh residu soya ini, saintis sentiasa berusaha mencari kaedah alternatif untuk mengguna semula hasil sampingan industri ini sebagai sumber nutrien dalam makanan. Proses pengeringan *okara* adalah antara kaedah yang telah digunakan untuk mengurangkan kelembapan dan seterusnya dapat memanjangkan jangka hayat *okara* agar penggunaannya lebih meluas dalam industri makanan. Proses penghasilan *okara* semasa pemprosesan susu soya dan tauhu ditunjukkan seperti dalam *Carta alir 1*.

Okara secara umumnya kaya dengan nutrien. Komposisi *okara* (dalam berat kering) terdiri daripada kira-kira 55% serat makanan tidak larut (*insoluble dietary fibre*), 30% protein, 10% lemak dan tinggi kandungan asid linoleik (asid lemak tidak tepu) (54.1%). *Okara* juga mengandungi monosakarida bebas, oligosakarida dan polisakarida seperti *arabinose* (1%), glukosa (0.2%), galaktosa (0.2%), fruktosa (0.1%), *stachyose* dan *raffinose* (1.4%), sukrosa (0.6%) serta kanji (0.5%). Komponen fitokimia yang terdapat dalam hampas soya pula termasuk isoflavon (genistein

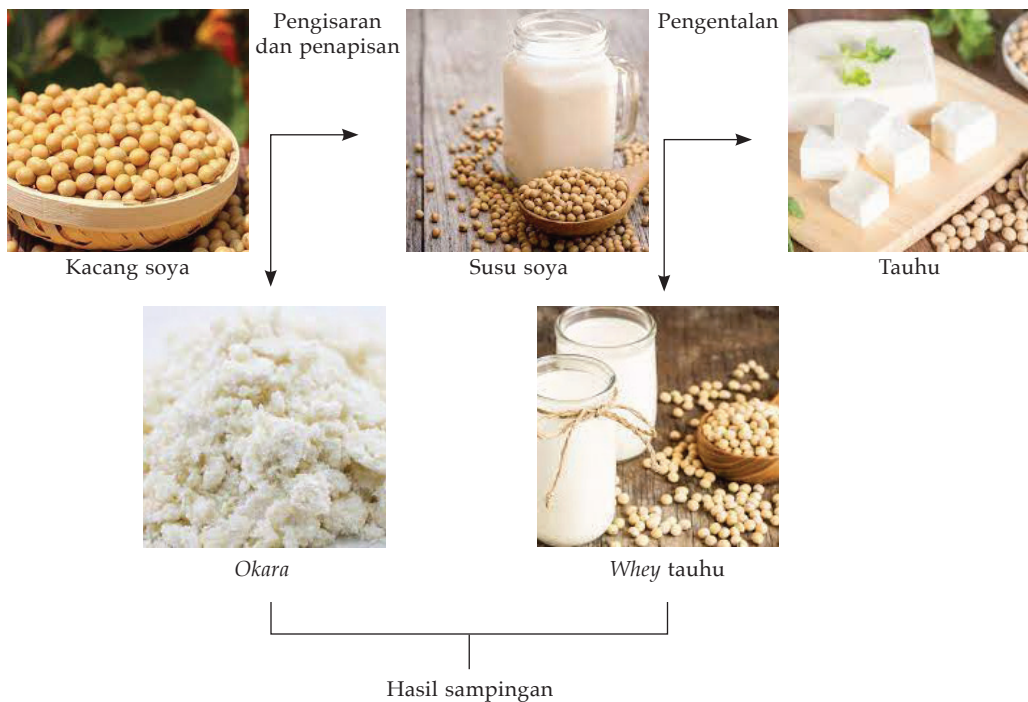
dan diadzein), lignan, fitosterol, kumestan, saponin dan asid fitik (*phytates*). Menurut kajian saintifik yang telah dilaporkan, sebatian ini mempunyai pelbagai fungsi fisiologi dan terapeutik, termasuk aktiviti antioksidan, pencegahan penyakit kardiovaskular dan agen pencegah kimia (*chemopreventive*) yang berkesan untuk melawan beberapa jenis kanser tertentu. Selain mengandungi aktiviti antioksidan yang tinggi, *okara* juga dapat membantu dalam mencegah obesiti dan berupaya mengurangkan kolesterol dalam darah (hiperlipidemia).

Kandungan *okara* yang kaya dengan nutrisi dan menawarkan pelbagai manfaat kesihatan telah mendorong kepada penggunaannya sebagai bahan asas dalam penghasilan tepung bebas gluten yang digunakan dalam pembuatan hasil bakeri, penghasilan makanan haiwan yang berkualiti tinggi, sebagai baja bagi tujuan penanaman serta perladangan dan sebagai makanan tambahan dalam diet harian. Pembangunan produk yogurt berasaskan *okara* merupakan satu inisiatif bagi memanfaatkan dan menambah nilai hampas kacang soya atau *okara* sebagai bahan tambah atau ramuan dalam makanan berfungsi.

Penggunaan *okara* dalam makanan juga dapat membantu mengurangkan pengumpulan sisa atau hasil sampingan daripada industri penghasilan susu soya dan tauhu. Kajian terdahulu telah menunjukkan bahawa proses fermentasi menggunakan bakteria asid laktik dapat menambah baik rasa serta tekstur produk soya dan mendapati bahawa produk soya mampu bertindak sebagai pembawa yang baik (*good vehicle*) bagi strain probiotik. Oleh itu, kajian ini telah dijalankan bagi mengenal pasti kebolehpayaan penggunaan *okara* untuk menambah nilai kandungan nutrisi yogurt dan menentukan ciri-ciri fisikokimia serta komposisi kimia yogurt *okara* yang dibangunkan menggunakan pendekatan kaedah pembuatan yogurt susu.

Penghasilan yogurt *okara*

Salah satu inovasi produk yang boleh dibangunkan adalah penghasilan yogurt daripada *okara* dengan menggunakan pendekatan kaedah penghasilan yogurt tenusu. Yogurt merupakan produk tenusu (susu segar atau susu skim) yang difermentasi oleh kultur pemula yang terdiri daripada bakteria asid laktik iaitu *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (atau lebih dikenali sebagai *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) dan *Streptococcus thermophilus*. Semasa proses fermentasi, pertumbuhan *S. thermophilus* berlaku terlebih dahulu dan diikuti dengan *L. bulgaricus*. Pertumbuhan kedua-dua kultur pemula ini menggunakan sumber nitrogen dan laktosa yang menyebabkan pengumpulan pelbagai metabolit. Asid laktik, galaktosa, asetaldehid dan eksopolisakarida adalah antara metabolit utama yang menyumbang kepada rasa dan tekstur yogurt. Fermentasi oleh bakteria asid laktik menukarkan laktosa dalam susu kepada asid laktik dan menyebabkan penurunan pH, pengentalan protein



Sumber: *Volarisation of by-products from soybean (Glycine max (L.) Merr.) processing* (Colletti et al., 2020)

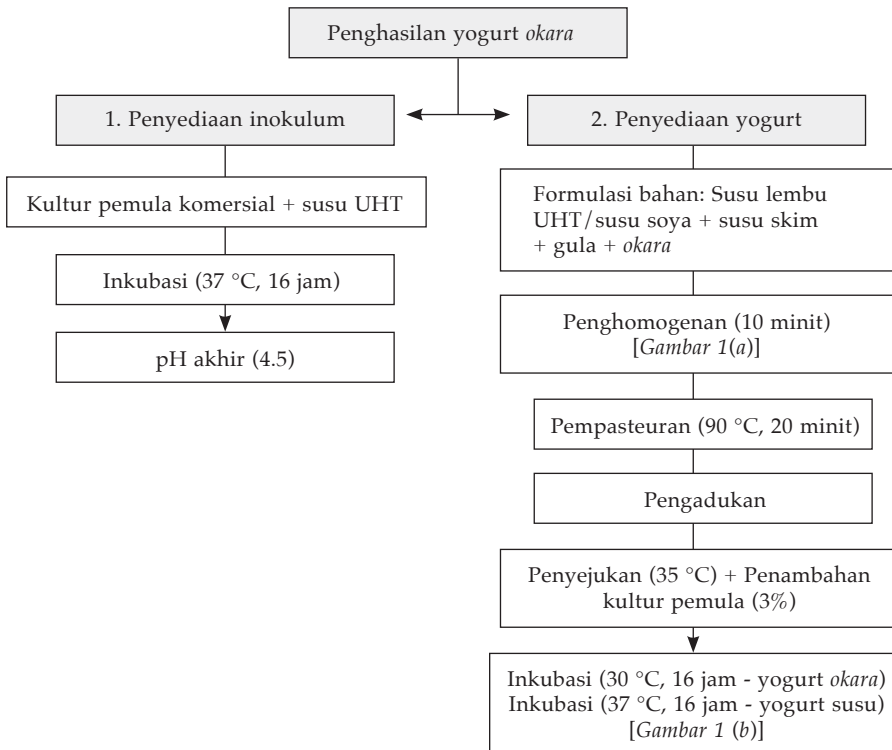
Carta alir 1. Langkah umum dalam proses penghasilan susu soya dan tauhu yang menghasilkan okara sebagai hasil sampingan

dan seterusnya pembentukan dadih. Asetildehid pula berperanan memberikan aroma khas pada yogurt manakala eksopolisakarida bertanggungjawab mempengaruhi tekstur yogurt. Proses pengasidan dikawal oleh pH akhir dan kadar keasidan yogurt yang merupakan faktor utama dalam menentukan kualiti yogurt. Proses fermentasi dihentikan melalui proses penyejukan pada suhu 4 °C apabila pH akhir yogurt iaitu pH 4.5 tercapai. Kaedah penghasilan yogurt *okara* secara umumnya terdiri daripada dua langkah utama iaitu: (1) Penyediaan kultur pemula dan (2) Pemprosesan yogurt seperti ditunjukkan dalam *Carta alir 2*.

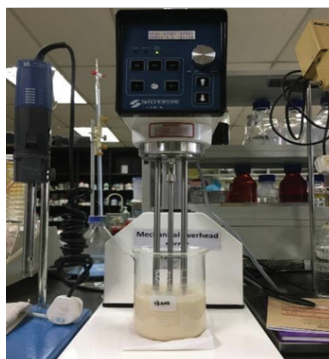
Kultur pemula bagi penghasilan yogurt okara

Yogurt dihasilkan daripada pelbagai jenis susu melalui proses fermentasi oleh bakteria asid laktik yang menukarkan laktosa kepada asid laktik. Asid laktik yang terhasil akan menurunkan pH susu dan menyebabkan protein susu mengental. Kultur pemula memainkan peranan penting bagi memastikan fermentasi dijalankan dalam keadaan terkawal, seterusnya menghasilkan produk dengan ciri-ciri yang diinginkan. Kultur pemula selain bertujuan menukarkan laktosa kepada asid laktik, turut berperanan memberikan rasa masam, menghasilkan aroma seperti buah-buahan yang terdiri daripada sebatian meruap (terutamanya asid dan ester) selain menurunkan pH susu. *L. delbrueckii* subsp.

bulgaricus dan *S. thermophilus* merupakan strain kultur pemula terkenal yang biasa digunakan dalam pembuatan yogurt. Kultur pemula komersial (Yogourmet) yang digunakan dalam pembuatan yogurt okara ini terdiri daripada dua strain kultur pemula yogurt iaitu *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *S. thermophilus* serta tiga jenis strain probiotik iaitu *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium longum*.



Carta alir 2. Proses penghasilan yogurt okara



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Penghomogenan yogurt okara menggunakan 'mechanical overhead stirrer' dan (b) Yogurt okara selepas proses fermentasi

Pemprosesan yogurt okara

Okara difermentasi bagi meningkatkan kandungan nutrisinya di samping dapat menghilangkan bau kacang (*beany*) yang tidak digemari ramai. Proses fermentasi juga dapat membantu mengurangkan faktor antinutrisi dengan memecahkan molekul kompleks seperti lemak, karbohidrat dan protein kepada molekul yang lebih ringkas, seterusnya memudahkan pencernaan serta penyerapan nutrien ke dalam badan. Kandungan antioksidan dalam *okara* juga dapat ditingkatkan kerana bahan antioksidan yang terikat dibebaskan semasa proses fermentasi. Yogurt *okara* diformulasi menggunakan campuran susu soya, susu skim dan gula serta kultur pemula. Formulasi yogurt *okara* dan yogurt susu ditunjukkan seperti dalam *Jadual 1*.

Seerti yang diketahui, fungsi utama kultur pemula yogurt adalah menukarkan sebatian sakarida (contoh: glukosa, laktosa, fruktosa, galaktosa) kepada asid laktik, lalu memberikan rasa masam dan mengentalkan susu membentuk yogurt. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bertindak menghidrolisis protein susu dan membebaskan peptida serta asid amino bebas yang membantu menggalakkan pertumbuhan *S. thermophilus*. Kultur *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bertanggungjawab menjalankan fermentasi (glikolisis), degradasi protein (proteolisis) dan menghidrolisis lemak (lipolisis). Melalui proses lipolisis, rasa yogurt yang unik terhasil di samping menyebabkan kelikatan pada tekstur yogurt melalui pembentukan eksopolisakarida (EPS). Sementara itu, *S. thermophilus* hidup secara simbiotik bersama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* semasa fermentasi menghasilkan asid laktik dan asetaldehid yang bertanggungjawab memberikan rasa masam kepada yogurt.

Bakteria *S. thermophilus* juga berperanan menghasilkan metabolit sekunder seperti format, asetaldehida atau diasetil yang menyumbang kepada ciri aroma dan tekstur produk fermentasi. Antara manfaat kesihatan oleh strain probiotik *Lactobacillus* termasuklah membina sistem imunisasi yang kuat. Bakteria *L. casei* dapat merencatkan aktiviti bakteria yang berbahaya seperti β -glukoronidase dan nitroreduktase. Ia mampu melekat pada lapisan mukosa usus dan mendominasi (*colonize*) dinding dalam usus. Kebaikan *L. acidophilus* pula termasuklah dapat mengurangkan intolerans terhadap laktosa, mencegah penyakit jangkitan gastrousus, menurunkan kadar kolesterol dalam darah, mengurangkan alergen serta meningkatkan daya ketahanan terhadap penyakit, menghilangkan gejala sembelit, memberikan ciri antioksidan, merangsang sistem imun serta melawan jangkitan *Helicobacter pylori*. Manakala, *Bifidobacterium longum* pula dapat mengurangkan jangkitan oleh pantogen gastrousus penyebab penyakit, meningkatkan pencernaan laktosa dengan menghasilkan enzim β -galactosidase mikrob aktif dan melambatkan transit gastrousus.

Jadual 1. Bahan mentah dan formulasi yogurt *okara*

Bahan-bahan	Formulasi yogurt		
	Yogurt susu	Yogurt <i>okara</i> (tanpa susu skim)	Yogurt <i>okara</i> (dengan susu skim)
Susu lembu UHT (mL)	200	-	-
Susu soya (mL)	-	200	200
Susu tepung/skim (g)	12	-	12
Gula (g)	24	24	24
<i>Okara</i> (g)	-	6	6
Inokulum (%)	3	3	3

Ciri-ciri fisikokimia dan mikrobiologi yogurt *okara*

Penentuan ciri-ciri fisikokimia dan mikrobiologi seperti jumlah pepejal larut ($^{\circ}$ Brix), pH, jumlah keasidan boleh titrat (TTA) serta jumlah bilangan koloni hidup (CFU) telah dijalankan ke atas yogurt *okara* difermentasi. *Jadual 2* menunjukkan ciri fisikokimia bagi tiga jenis yogurt iaitu yogurt susu, yogurt *okara* dengan susu skim dan yogurt *okara* tanpa susu skim.

Berdasarkan *Jadual 2*, terdapat perbezaan yang signifikan ke atas nilai $^{\circ}$ Brix, bagi sampel yogurt susu, yogurt *okara* tanpa susu skim dan yogurt *okara* dengan susu skim (selepas fermentasi) dengan nilai $p < 0.05$. Jumlah pepejal larut dalam sampel yogurt *okara* diukur dalam unit $^{\circ}$ Brix. Nilai $^{\circ}$ Brix yang berbeza dapat diperhatikan pada formulasi yogurt yang berbeza bergantung kepada bahan yang digunakan untuk membuat yogurt.

Berdasarkan *Jadual 2*, yogurt susu menunjukkan nilai purata jumlah pepejal larut ($^{\circ}$ Brix) tertinggi dengan nilai purata $26.36 \pm$ dan menurun dengan ketara kepada $20.45 \pm$ selepas fermentasi berbanding dengan yogurt *okara* tanpa susu skim dan dengan susu skim. Kandungan laktosa dalam susu menurun akibat pemecahan laktosa kepada asid laktik semasa pertumbuhan mikrob oleh bakteria asid laktik semasa proses penghasilan yogurt. Semakin lama tempoh susu difermentasi, maka semakin berkurang kandungan laktosa di dalam produk akhir yogurt. Oleh itu, yogurt adalah produk tenusu yang sesuai diambil oleh individu yang mengalami masalah intolerans laktosa, kerana kandungan laktosanya adalah rendah dan berkurangan selepas menjalani proses fermentasi.

Nilai purata pH awal bagi sampel adalah dalam julat 6.36 – 6.64. Walau bagaimanapun, selepas proses fermentasi selama 16 jam, nilai pH sampel menurun sehingga nilai purata pH terendah sekitar pH 4.33 dan menjadikan yogurt lebih berasid terutamanya bagi sampel yogurt *okara* tanpa susu skim, diikuti dengan yogurt *okara* dengan susu skim dan yogurt susu dengan pH masing-masing pada pH 4.33, 4.41 dan 4.54.

Jadual 2. Ciri-ciri fisikokimia dan mikrobiologi bagi sampel yogurt sebelum dan selepas difermentasi

Sebelum fermentasi			
Ciri fisikokimia dan mikrob	Yogurt susu	Yogurt <i>okara</i> (tanpa susu skim)	Yogurt <i>okara</i> (dengan susu skim)
Jumlah pepejal larut ($^{\circ}$ Brix)	26.36 \pm 0.07 ^c	20.60 \pm 0.14 ^a	24.00 \pm 0.57 ^b
pH	6.36 \pm 0.01 ^a	6.42 \pm 0.00 ^a	6.64 \pm 0.03 ^a
Keasidan boleh titrat (%) (TTA)	0.27 \pm 0.12 ^a	0.27 \pm 0.13 ^a	0.32 \pm 0.06 ^a
Selepas fermentasi			
Jumlah pepejal larut ($^{\circ}$ Brix)	20.45 \pm 0.07 ^b	17.95 \pm 0.07 ^a	23.90 \pm 0.07 ^c
pH	4.54 \pm 0.05 ^b	4.33 \pm 0.01 ^a	4.41 \pm 0.04 ^{ab}
Keasidan boleh titrat (%) (TTA)	1.06 \pm 0.15 ^a	1.42 \pm 0.52 ^a	0.90 \pm 0.07 ^a
Jumlah viabiliti sel ($\times 10^9$ CFU/mL) \pm SD	1.43 \pm 0.22 ^a	1.83 \pm 0.21 ^a	4.3 \pm 0.19 ^b

Nota: Data ditunjukkan merupakan nilai min \pm sisihan piawai menggunakan ANOVA sehalu oleh SPSS versi 25.0. Nilai min dibandingkan dengan menggunakan ujian Tukey's dan statistik signifikan adalah standard oleh ANOVA pada nilai $p < 0.05$

Semasa proses fermentasi, laktosa ditukarkan kepada glukosa dan galaktosa, glukosa seterusnya ditukarkan kepada asid laktik. Proses ini menyebabkan peningkatan keasidan susu serta penurunan pH.

Jumlah keasidan boleh titrat (TTA) pula mengukur peratusan (%) asid laktik yang terdapat dalam yogurt dan telah ditentukan melalui kaedah penitratan. Tiada perbezaan signifikan pada jumlah asid boleh titrat (TTA) ($p > 0.05$) selepas fermentasi bagi ketiga-tiga jenis yogurt. Nilai purata TTA bagi yogurt *okara* tanpa susu skim adalah yang paling tinggi iaitu 1.42 ± 0.21 berbanding dengan sampel yogurt susu (1.06 ± 0.15) dan yogurt *okara* dengan susu skim (0.90 ± 0.07). Penentuan jumlah keasidan boleh titrat (TTA) dapat menentukan kapasiti fermentasi mikrob. Asid organik yang terhasil daripada fermentasi yogurt termasuklah asid laktik, asid sitrik, asid formik, asid asetik dan asid butirik adalah dikaitkan secara langsung dengan pengumpulan TTA. Perbezaan dalam amaun keasidan boleh titrat dalam yogurt juga adalah berkait rapat dan ditentukan oleh jenis mikroorganisma yang hadir semasa proses fermentasi tersebut.

Terdapat perbezaan yang signifikan (nilai $p < 0.05$) dalam jumlah bilangan koloni hidup (CFU/mL) bagi sampel yogurt *okara* (dengan susu skim) dengan nilai CFU tertinggi 4.30×10^9 CFU/mL, berbanding dengan sampel yogurt *okara* (tanpa susu skim) (1.83×10^9 CFU/mL) dan sampel yogurt susu lembu (1.43×10^9 CFU/mL) selepas 16 jam tempoh inkubasi. Jumlah bilangan sel hidup yang tinggi menunjukkan kultur pemula dapat tumbuh dengan baik dalam yogurt *okara* (dengan susu skim) yang terdiri daripada campuran susu soya, susu skim dan *okara* berbanding dalam yogurt susu.

Komposisi kimia yogurt okara

Analisis komposisi kimia yogurt dilakukan menggunakan kaedah piawaian antarabangsa, AOAC bagi sampel yogurt *okara* (dengan susu skim). Komposisi kimia bagi sampel yogurt *okara* (dengan susu skim) telah dianalisis bagi mengetahui peratus kandungan kasar protein, lemak, serat makanan (*dietary fibre*), kandungan kelembapan serta karbohidrat. *Jadual 3* menunjukkan keputusan analisis proksimat yogurt *okara* serta perbandingan dengan yogurt susu.

Jadual 3 menunjukkan anggaran kasar peratusan kandungan protein dalam yogurt *okara* (dengan susu skim) adalah tinggi iaitu mencapai $4.46 \pm 0.04\%$. Berdasarkan Standard Codex (Codex Stan 243-2003), kandungan protein dalam sampel yogurt adalah perlu melebihi 2.70%. Peratusan protein dalam yogurt susu biasanya dalam julat 1.29 – 3.53%. Peratus kandungan lemak kasar dalam yogurt *okara* pula adalah sebanyak $2.02 \pm 0.03\%$. Peratusan lemak dalam yogurt memainkan peranan penting dalam membantu memperbaiki tekstur, rupa fizikal dan rasa yogurt. Sampel yogurt dengan kandungan lemak melebihi 3.25% dilabelkan sebagai 'yogurt' sahaja, manakala kandungan lemak 0.5 – 2.0% dilabel sebagai 'yogurt rendah lemak' dan yogurt dengan kandungan lemak kurang daripada 0.5% dianggap sebagai 'yogurt tanpa lemak'. Oleh itu yogurt *okara* (dengan susu skim) ini tergolong dalam kategori yogurt rendah lemak. Kandungan karbohidrat yogurt *okara* iaitu sebanyak $16.15 \pm 0.00\%$ pula berada pada tahap kandungan karbohidrat ideal bagi yogurt iaitu dalam julat peratusan 13.7 – 17.7%. Kandungan gula disakarida dan laktosa yang terdapat dalam yogurt hasil hidrolisis oleh enzim (β -galaktosidase) dan menghasilkan gula yang lebih ringkas iaitu glukosa dan galaktosa. Gula yang ringkas ini mudah diserap oleh sistem pencernaan badan, oleh itu yogurt adalah sesuai diambil oleh individu yang mengalami intolerans laktosa.

Kandungan abu merujuk kepada residu bukan organik yang tersisa setelah penyalaan atau pengoksidaan lengkap bahan organik dalam sampel makanan. Penentuan kandungan abu makanan adalah salah satu daripada analisis proksimat untuk penilaian nutrisi dan ciri penting bagi sebahagian bahan makanan. Kandungan mineral dalam yogurt *okara* adalah tinggi iaitu $0.70 \pm 0.01\%$. Kandungan kelembapan yogurt seharusnya kurang daripada 84% kerana kandungan kelembapan yang tinggi akan mempengaruhi tekstur dan rasa (*mouthfeel*). Yogurt *okara* mempunyai kandungan kelembapan pada $76.60 \pm 0.13\%$ iaitu tahap normal kandungan kelembapan yogurt. Kandungan tenaga adalah tinggi dalam yogurt *okara* iaitu sebanyak 101 ± 0.00 kcal/100 g. Merujuk kajian terdahulu, kandungan kasar tenaga dalam yogurt susu sebanyak 78 kcal/100 g dikategorikan sebagai yogurt rendah lemak manakala kandungan tenaga 109 kcal/100 g pula adalah bagi yogurt susu lemak berkrim (*whole milk yoghurt*). Ciri-ciri fisikokimia yogurt *okara* didapati berada dalam julat piawaian yang ditetapkan oleh badan tenusu.

Yogurt *okara* mengandungi kandungan serat makanan (*dietary fibre*) yang agak tinggi iaitu sebanyak $4.43 \pm 0.00\%$. Serat makanan (karbohidrat yang tidak dicerna berasal daripada tumbuhan) adalah komponen yang berasal dalam makanan yang tidak dapat dicernakan/hidrolisis oleh enzim gastrousus manusia/haiwan. Fermentasi oleh strain probiotik dan kultur pemula yogurt seperti *S. thermophilus* dan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dapat menukarkan serat tidak larut dalam yogurt *okara* kepada serat larut air yang mudah cerna atau prebiotik dalam usus manusia. Pembuatan yogurt menggunakan residu kacang soya atau *okara* bersama susu soya dalam yogurt *okara* mengurangkan sintesis lipid dan kolesterol dan meningkatkan pengoksidaan β -asid lemak dan kolesterol. Serat makanan larut air dalam *okara* yang terhidrolisis dapat digunakan sebagai nutrien yang merangsang kepada kelangsungan hidup bagi jangka masa panjang oleh strain probiotik dalam sistem pencernaan.

Jadual 3. Komposisi kimia bagi yogurt *okara* dan yogurt susu

Komposisi kimia (per 100 g)	Yogurt susu*	Yogurt <i>okara</i>
Tenaga (kcal)	61	101 (424 kJ) \pm 0.00
Protein (g)	3.47	4.46 \pm 0.04
Lemak (g)	3.25	2.02 \pm 0.03
Karbohidrat (g)	4.66	16.15 \pm 0.00
Abu (g)	-	1550.7 \pm 0.14
Kandungan kelembapan (%)	87.90	76.67 \pm 0.13
Serat makanan (g)	0	4.43 \pm 0.00

Nota: Data adalah nilai purata \pm sisihan piawai bagi tiga bacaan replikasi (n = 3). Data komposisi kimia bagi yogurt susu diperoleh daripada Chandan (2017)

Kesimpulan

Yogurt *okara* merupakan suatu inovasi bagi menambah nilai produk berasaskan hasil sampingan industri pembuatan susu soya. Pembangunan produk ini mampu menambah nilai bahan sampingan bernilai rendah kepada produk bernilai tinggi melalui teknologi fermentasi. Ia bukan sahaja dapat mengurangkan masalah pengumpulan hasil industri pemprosesan susu soya, malah dapat memanfaatkan *okara* sebagai salah satu ramuan makanan berfungsi dengan kos yang rendah. Yogurt *okara* yang dibangunkan ini menunjukkan ciri-ciri fisikokimia hampir menyamai yogurt susu, malah menunjukkan peningkatan dari segi kandungan tenaga, protein, karbohidrat dan serat makanan serta jumlah bilangan koloni hidup (CFU/mL). Penggunaan kultur pemula komersial yogurt dengan probiotik (Yogourmet) mampu menambah baik rasa, tekstur serta mengurangkan rasa kurang enak kekacangan dalam yogurt *okara*. Selain itu, penggunaan kombinasi kultur pemula komersial yogurt dengan ciri probiotik

(Yogourmet) juga telah dapat meningkatkan kandungan nutrisi yogurt *okara* melalui penguraian sebatian kompleks dalam *okara* kepada sebatian yang lebih ringkas bagi meningkatkan penyerapan nutrien dengan lebih berkesan, seterusnya dapat menawarkan pelbagai manfaat kesihatan kepada pengguna.

Penghargaan

Penulis ingin menyampaikan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam projek ini terutamanya pegawai dan staf MARDI serta pengusaha produk soya (Citra Aneka Sdn. Bhd.) yang membekalkan hampas soya dan pelajar latihan industri yang terlibat dalam menjayakan projek ini. Kajian ini telah dijalankan bawah dana peruntukan Projek Pembangunan RMK-11 (PB-425-1001).

Bibliografi

- Chandan, R. C. (2017). An overview of yogurt production and composition. Dalam *Yogurt in Health and Disease Prevention*; Shah, N.P., Ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 31–47. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805134-4.00002-x>.
- Colletti, A., Attrovio, A., Boffa, L., Mantegna, S., & Cravotto, G. (2020). Valorisation of by-products from soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) processing. *Molecules*, 25(9), 2–33. <https://doi.org/10.3390/molecules25092129>.
- Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. (2011). *Codex Alimentarius: Milk and Milk Products*. Second Edition, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Rome.
- Josephine, L. C. H., & Rubiyah, B. (2018). *Okara usage in food industry and medical application*. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 16(2), 49–51. <https://doi.org/10.19080/artoaj.2018.16.555983>
- Li, B., Qiao, M., & Lu, F. (2012). Composition, nutrition, and utilization of okara (soybean residue). *Food Reviews International*, 28(3), 231–252. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.595023>.
- Mansor, A., Mahadi, S. K., & Othaman, M. A. (2022). Okara yoghurt – a high value-added fermented product from soybean curd residue. *Food Research* 6 (Suppl. 2) : 97 - 106. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(S2\).004](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(S2).004).
- Matela, K. S, Pillai, M. K., Matebesi-Ranthimo, P. M., & Ntakatsane, M. (2019). Analysis of proximate compositions and physiochemical properties of some yoghurt samples from maseru, lesotho. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 02(03), 245–252. <https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000023>.

- Settachaimongkon, S., Nout, M. J. R., Antunes Fernandes, E. C., Hettinga, K. A., Vervoort, J. M., van Hooijdonk, T. C. M., Zwietering, M. H., Smid, E. J., & Van Valenberg, H. J. F. (2014). Influence of different proteolytic strains of *Streptococcus thermophilus* in co-culture with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on the metabolite profile of set-yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.008>.
- Swallah, M. S., Fan, H., Wang, S., Yu, H., & Piao, C. (2021). Prebiotic impacts of soybean residue (*okara*) on eubiosis/dysbiosis condition of the gut and the possible effects on liver and kidney functions. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(2). <https://doi.org/10.3390/molecules26020326>.

Ringkasan

Okara adalah hasil sampingan kacang soya tidak larut yang dihasilkan dalam kuantiti yang banyak daripada pemprosesan susu soya dan tauhu. Jangka hayat *okara* yang singkat kerana kandungan kelembapannya yang tinggi menyebabkan ia sangat kurang digunakan semula dan biasanya dibuang ke tapak pelupusan sampah serta menimbulkan masalah pencemaran alam sekitar. Memandangkan *okara* kaya dengan nutrien seperti serat makanan, lemak, protein dan vitamin, maka ia berpotensi digunakan sebagai substrat pertumbuhan mikrob seperti bakteria asid laktik (LAB) dan seterusnya digunakan dalam pembangunan produk fermentasi berciri probiotik seperti yogurt. Kajian ini dijalankan untuk mengenal pasti kebolehpayaan penggunaan *okara* untuk menambah nilai kandungan nutrisi yogurt serta menentukan ciri-ciri fisikokimia dan komposisi kimia yogurt *okara* yang dibangunkan. Penggunaan kultur pemula komersial (Yogourmet) dengan ciri probiotik telah berjaya menambah baik rasa dan tekstur yogurt *okara* di samping ciri fisikokimia yang menyamai yogurt susu, serta meningkatkan viabiliti bakteria asid laktik (LAB). Jumlah sel hidup LAB (CFU/mL) juga didapati lebih tinggi dalam yogurt *okara* walaupun dieram pada suhu yang lebih rendah (30 °C) berbanding dengan yogurt susu (37 °C). Komposisi yogurt *okara* menunjukkan kandungan protein, karbohidrat, serat makanan serta tenaga yang lebih tinggi berbanding dengan yogurt susu. Kehadiran serat makanan melalui penambahan *okara* telah menggalakkan pertumbuhan mikrob (LAB) semasa fermentasi. Oleh itu, penghasilan yogurt daripada hampas kacang soya ini dianggap sebagai pembangunan produk berinovasi tinggi kerana dapat menukarkan hasil sampingan soya yang bernilai rendah kepada produk makanan bernilai tinggi dengan pelbagai manfaat kesihatan.

Summary

Okara is an insoluble soybean by-product produced in large quantities during the manufacture of soy milk and bean curd (*tofu*). It has short shelf life due to the high moisture content, thus it is often underutilised and normally dumped in landfills and causing environmental pollution. However, *okara* is very rich in nutrients such as fibre, fat, protein and vitamins that it has the potential to be used as a substrate for the growth of microbes such as lactic acid bacteria (LAB) and further developed as a probiotic fermented product such as yogurt. The study was conducted to identify the feasibility of using *okara* to add value to the nutrient content of yogurt as well as to determine the physicochemical characteristics and chemical composition of the developed *okara* yogurt. The application of the commercial starter culture with probiotics (Yogourmet) has successfully improved the taste and texture of *okara* yogurt, in addition to the physicochemical characteristics that are similar to milk yogurt, as well as increasing the viability of LAB. The number of colony-forming units (CFU/mL) of LABs was also found to be higher in *okara* yogurt despite being incubated at a lower temperature (30 °C) compared to milk yogurt (37 °C). The composition of *okara* yogurt shows a higher protein, carbohydrate, dietary fibre and energy content than milk yogurt. The presence of dietary fibre through the addition of *okara* has also enhanced the LAB growth during fermentation. Therefore, the production of yogurt from soybean curd residue is considered a highly innovative product development because it can convert a low-value soy by-product into a high-value food product with various health benefits.

Pengarang

Azlina Mansor (Dr.)
Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor
E-mel: dikna@mardi.gov.my

Nur Aqilah Rosli
Program Teknologi Makanan dan Bioproses
Fakulti Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah
Jalan UMS, 88400 Kota Kinabalu, Sabah

Muhammad Anas Othaman
Pusat Pemindahan Teknologi dan Pembangunan Usahawan
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Siti Khadijah Mahadi
Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor