

Pembangunan minuman kultur tembikai menggunakan kultur pemula campuran *Lactobacilli* sp. strain probiotik

(Development of watermelon cultured drink using a mixed starter culture of *Lactobacilli* sp. probiotic strain)

Hazniza Adnan, Nur Baizura Sa'dom, Hasnisa Hashim, Nurzam Ezdiani Zakaria, Siah Watt Moey, Siti Nurathirah Abu Hassan, Zainon Mohd Shafie, Masniza Sairi dan Teoh Chin Chuang

Pengenalan

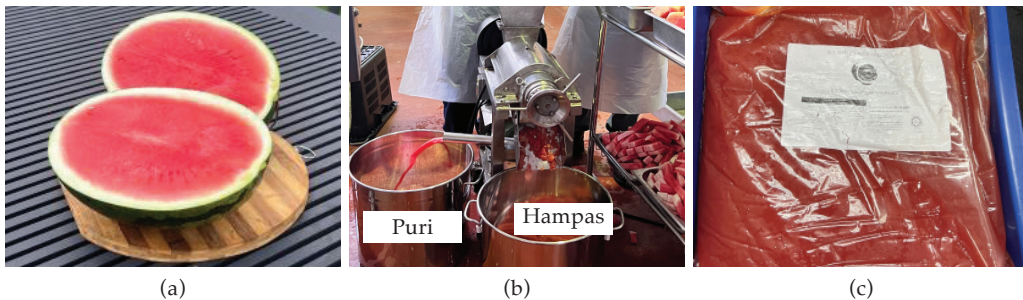
Tembikai atau nama saintifiknya *Citrullus lanatus* sp. merupakan buah daripada keluarga Cucurbitaceae dengan bentuk sama ada bulat atau lonjong. Kulit luarnya berwarna hijau manakala lapisan gelung di bawah kulit berwarna putih. Isi tembikai atau pulpa berwarna merah, tekstur berair dengan rasa manis dan pulpa tanpa biji [Gambar 1(a)]. Selain tembikai pulpa merah, terdapat juga pulpa berwarna kuning dan pulpa dengan biji hitam. Kebiasaannya, tembikai dimakan segar atau dibuat minuman jus dan lebih enak dinikmati ketika cuaca panas. Tembikai mengandungi 91% air, 6% gula dan khasiat lain seperti vitamin C, sebatian karotenoid dan likopena (antioksidan). Lapisan isi putih di bawah kulit tembikai juga mengandungi khasiat seperti serat dan asid amino sitrulina, manakala kulit luar mengandungi vitamin dan mineral. Pulpa tembikai yang kaya dengan nilai nutrisi berpotensi dijadikan sumber bahan mentah berkhasiat dalam formulasi produk makanan dan minuman siap.

Terdapat banyak produk di pasaran berasaskan jus tembikai dan susu kultur, walau bagaimanapun tiada satu pun produk minuman kultur daripada tembikai sama ada daripada pulpa buah tembikai atau perasa tembikai. Produk komersial minuman kultur di pasaran kebanyakannya dihasilkan daripada campuran perasa buah-buahan sitrus. Justeru, produk minuman kultur berasaskan pulpa tembikai iaitu Minuman Kultur Tembikai (MKT) telah dibangunkan menggunakan puri tembikai. Puri adalah campuran halus buah yang dikisar dengan konsisten tanpa kehadiran air dan lebih pekat berbanding dengan jus. Pulpa buah tembikai dikisar dan lapisan isi putih diasingkan sebagai hampas semasa penghasilan puri tembikai [Gambar 1(b)]. Selain puri segar, pemprosesan produk MKT boleh juga menggunakan puri tembikai pulpa merah komersial [Gambar 1(c)] daripada pembekal tempatan apabila berlaku kekurangan bekalan buah tembikai segar.

Dalam pembangunan produk MKT, kaedah seperti formulasi, parameter pemprosesan dan teknik pemprosesan perlu ditentukan. Seterusnya, kualiti produk akhir akan diuji melalui analisis fizikokimia dan mikrobiologi. Pada peringkat ini, kaedah pemprosesan telah ditambah baik untuk mendapatkan formulasi optimum. Kelebihan produk MKT diperolehi daripada

kultur pemula bakteria asid laktik strain probiotik yang berkemampuan untuk hidup dalam produk bagi tempoh masa yang tertentu. Perubahan produk dari segi mikrobiologi dan fizikokimia digunakan sebagai penentu kualiti produk. Maklumat saintifik yang diperolehi seterusnya akan digunakan dalam menyediakan garis panduan kaedah pemprosesan produk MKT.

Pembangunan produk MKT merupakan projek perintis dalam inovasi penghasilan minuman kultur berasaskan tembikai yang pertama di pasaran. Secara umum, pembangunan produk MKT melibatkan beberapa peringkat iaitu pemilihan kultur pemula, penentuan kaedah pemprosesan, penjanaan formulasi dan kajian jangka hayat produk termasuk penentuan kualiti produk.



Gambar 1. (a) Tembikai segar (b) Mesin pengisar yang digunakan bagi mengasingkan puri dan hampas tembikai dan (c) Puri tembikai komersial

Pemprosesan minuman kultur tembikai

Penyediaan bahan mentah

Puri diproses daripada pulpa buah tembikai segar dan disediakan sehari sebelum pemprosesan minuman kultur tembikai (Gambar2). Puri perlu disediakan secara aseptik dan keadaan persekitaran kerja yang bersih di mana tempat pemprosesan, peralatan mesin dan peralatan kecil perlu disteril terlebih dahulu supaya berkeadaan bersih dan bebas daripada sebarang bahan pencemar penyebab penyakit. Buah tembikai perlu direndam di dalam air bersih terlebih dahulu, dicuci bersih dan dikeringkan. Seterusnya, kulit tembikai dikupas dan pulpa atau isi tembikai dipotong kecil lalu dikisar halus menggunakan mesin pengisar. Puri yang dihasilkan seterusnya dipasteur pada suhu 70 °C selama 30 minit. Puri dibiarkan sejuk ke suhu 45 °C, dipek ke dalam pembungkus kantung (*pouch*) plastik yang disteril dan seterusnya disimpan pada suhu sejuk beku (-20 °C). Manakala hampas yang terdiri daripada isi putih pulpa yang telah diasingkan semasa proses pengisaran pulpa tembikai merupakan hasil sampingan pemprosesan dan boleh digunakan dalam penghasilan produk hiliran berasaskan tembikai.

Perubahan cuaca dan bencana alam seperti banjir dan kemarau memberi kesan kepada pengeluaran dan kualiti buah tembikai. Justeru, penggunaan puri sejuk beku dapat memastikan bekalan puri yang konsisten, berkualiti dan mencukupi sepanjang tahun. Bekalan puri sejuk beku boleh diperolehi daripada

pembekal tempatan. Sebelum pemprosesan, puri sejuk beku perlu dinyahbeku sehingga cair sekata sebelum boleh digunakan dalam pemprosesan produk.

Dalam kajian ini, puri tembikai sejuk beku telah digunakan dan diperolehi daripada Golden Aroma Agr. Sdn. Bhd., Melaka. Inisiatif ini diambil berikutan aktiviti pemprosesan telah dijalankan di luar musim pengeluaran buah tembikai dan bekalan buah segar untuk pemprosesan produk tidak mencukupi. Bahan mentah seperti susu skim, gula, bahan pewarna, perasa, penstabil dan pengemulsi diperolehi daripada syarikat pembekal ramuan makanan berdaftar. Semua bahan mentah ditimbang dan disukat mengikut formulasi produk yang memenuhi keperluan Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan 1985 (sehingga Januari 2021). Kultur pemula yang digunakan merupakan campuran dua jenis bakteria asid laktik (LAB) strain probiotik iaitu *Lactobacillus paracasei* (Chr. Hansen UAS Labs, US) dan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (ATCC 11842). Kultur hidup pemula akan disediakan segar mengikut formulasi yang ditentukan pada hari pemprosesan. Penyediaan kultur pemula ditunjukkan seperti dalam *Carta alir 1*.



(a) Tembikai dibuang kulit menggunakan mesin pengupas kulit buah tembikai



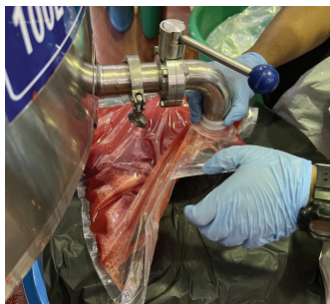
(b) Buah tembikai dipotong kecil



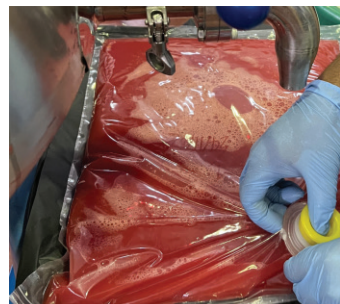
(c) Isi tembikai dikisar menggunakan mesin pengisar isi tembikai



(d) Puri tembikai dipasteur di dalam mesin pasteur

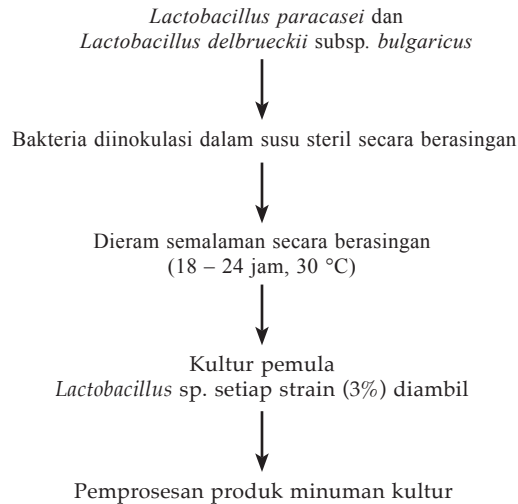


(e) Puri yang telah dipasteur dipek ke dalam kantung plastik yang telah disteril



(f) Puri tembikai segar

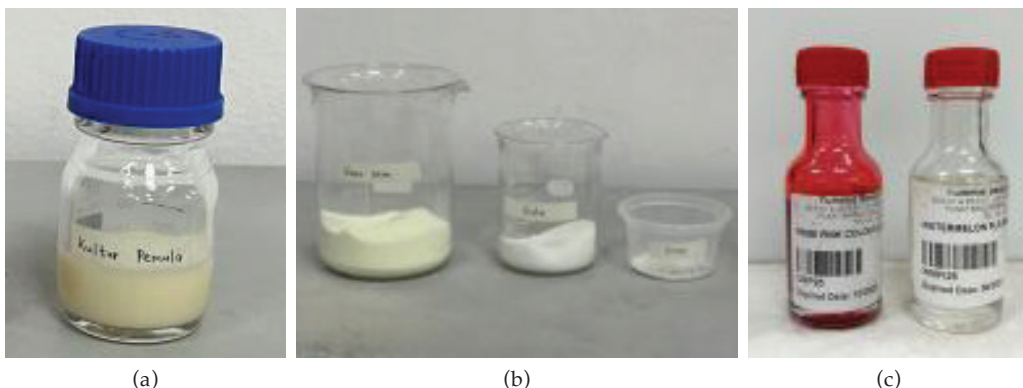
Gambar 2. Proses penyediaan puri tembikai segar



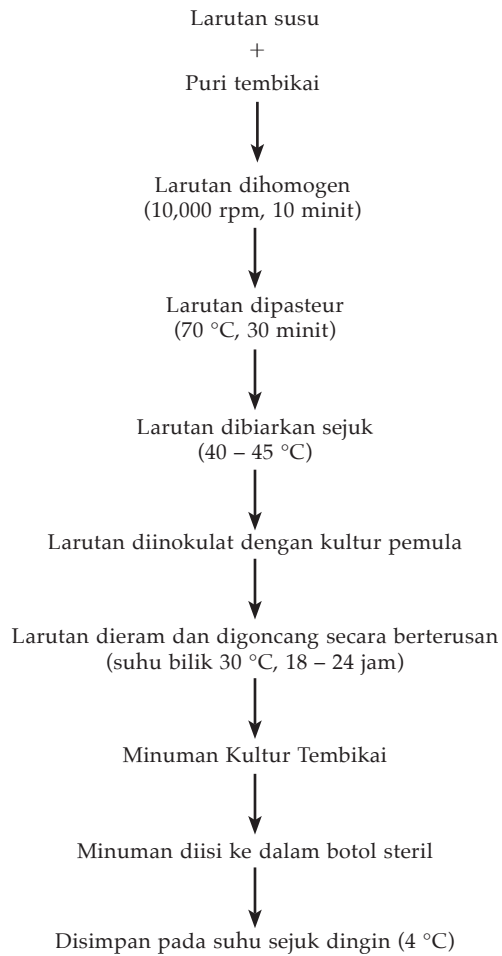
Carta alir 1. Langkah penyediaan kultur pemula Lactobacillus sp. untuk pemprosesan produk minuman kultur tembikai

Kaedah pemprosesan minuman kultur tembikai

Larutan susu disediakan daripada campuran bahan seperti susu skim, gula, air, bahan penstabil dan pengemulsi (*Gambar 3*). Puri dimasukkan ke dalam larutan susu dan kemudian dihomogenkan pada kelajuan 10,000 rpm selama 10 minit. Seterusnya, larutan dipasteur (70 °C, 30 minit) dan dibiarkan sejuk. Setelah larutan mencapai suhu 40 – 45 °C, larutan dicampurkan (inokulat) dengan kultur pemula (campuran *L. paracasei* dan *L. bulgaricus*), dieram (inkubasi) dan digoncang secara berterusan pada suhu bilik semalaman (30 °C, 18 – 24 jam). Produk yang telah siap (*Gambar 4*) diisi ke dalam botol yang telah disteril dan disimpan pada suhu sejuk dingin (4 °C). Pemprosesan minuman kultur tembikai ditunjukkan seperti dalam *Carta alir 2*.



Gambar 3. Bahan ramuan untuk pemprosesan minuman kultur tembikai (a) Kultur pemula (b) Susu skim, gula dan bahan penstabil dan (c) Bahan pewarna dan perisa yang dibenarkan



Carta alir 2. Pemprosesan minuman kultur tembikai (MKT)



Gambar 4. Produk minuman kultur tembikai yang dibangunkan

Nilai pemakanan minuman kultur tembikai

Jadual 1 menunjukkan nilai pemakanan bagi minuman kultur tembikai dan dua produk minuman kultur komersial (tanpa tembikai) yang dibeli di pasaran. Ini bertujuan membandingkan kelebihan MKT dari segi nilai pemakanan. Minuman kultur tembikai mengandungi karbohidrat (18.1 g/100 mL), jumlah gula (15.9 g/100 mL), protein (2.5 g/100 mL), lemak (0.2 g/100 mL), tenaga (85 kcal), serat diet (0.5 g/100 mL) dan tidak mengandungi kolesterol. Nilai pemakanan seperti jumlah tenaga, karbohidrat, jumlah gula dan protein adalah lebih tinggi dalam produk MKT berbanding dengan produk komersial MK1 dan MK2. Kandungan lemak dan garam natrium dalam produk MKT adalah lebih rendah berbanding dengan produk MK2. Produk MKT mengandungi serat diet yang terdapat dalam puri tembikai. Produk MKT dan MK1 tidak mengandungi kolesterol kecuali MK2. Produk MKT juga mengandungi kalsium yang tinggi, walau bagaimanapun tiada nilai kandungan kalsium dilaporkan dalam produk MK1 dan MK2.

Jadual 1. Nilai pemakanan minuman kultur tembikai (MKT)

Nilai pemakanan	Setiap/per 100 mL		
	Minuman Kultur Tembikai (MKT) (a)	MK1 (b)	MK2 (c)
Tenaga (kcal)	85.0	60.0	75.0
Karbohidrat (g)	18.1	15.0	13.5
Jumlah gula (g)	15.9	12.5	11.4
Protein (g)	2.5	1.3	1.5
Lemak (g)	0.2	ND	1.7
Natrium (mg)	24.1	18.8	45.0
Serat diet (g)	0.5	ND	ND
Kolesterol (mg)	ND	ND	5.0
Kalsium (mg)	73.5	NIL	NIL

Nota: ND = tidak dikesan ; NIL = tidak dilabelkan

Penentuan kualiti dan jangka hayat minuman kultur tembikai

Penentuan kualiti dan jangka hayat produk dilaksanakan sehingga minggu keempat penyimpanan pada suhu 4 °C berdasarkan jangka hayat produk komersial (empat minggu) di pasaran. Produk dianalisis bagi menentukan nilai fizikokimia iaitu kelikatan, bacaan pH, jumlah asid laktik dan jumlah pepejal larut. Penentuan kualiti ditentukan melalui penilaian mikrobiologi terhadap pertumbuhan bakteria *Lactobacillus* dan juga tahap keselamatan produk (analisis kehadiran patogen/mikroorganisma perosak) sepanjang tempoh penyimpanan. Ujian penerimaan sensori pula dijalankan bagi menentukan tahap penerimaan pengguna terhadap produk.

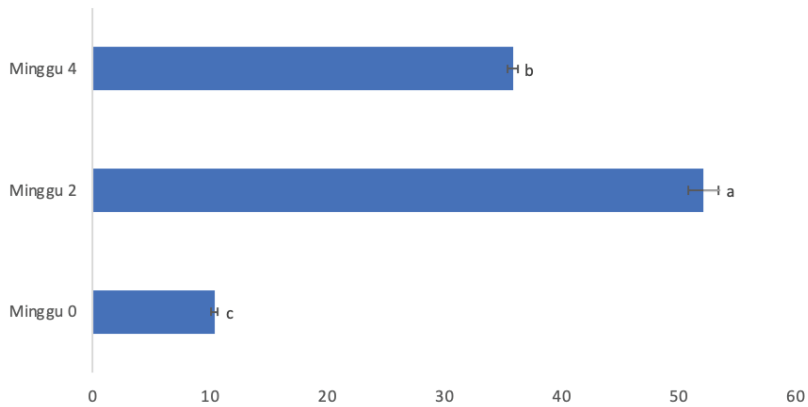
Penilaian fizikokimia minuman kultur tembikai

Penilaian fizikokimia bagi minuman kultur tembikai dijalankan pada sela masa seminggu, selama empat minggu penyimpanan. *Jadual 2* menunjukkan nilai pH, jumlah pepejal larut, kandungan asid laktik dan likopena dalam minuman kultur tembikai. Nilai pH produk MKT menurun daripada 4.22 pada minggu awal (minggu 0) kepada 3.63 pada minggu terakhir (minggu keempat). Kandungan asid laktik pula menunjukkan kenaikan iaitu 2.25% pada minggu 0 kepada 5.40% pada minggu keempat. Nilai pH dan jumlah kandungan asid adalah saling berkaitan. Peningkatan asid laktik akan menyebabkan penurunan bacaan pH produk di mana pH yang rendah menunjukkan kehadiran asid yang tinggi. Asid laktik dihasilkan oleh bakteria LAB semasa pertumbuhan dan pembiakannya menyebabkan kandungan asid laktik semakin meningkat dan menurunkan pH produk sejajar dengan peningkatan tempoh penyimpanan. Manakala jumlah pepejal larut di dalam MKT tidak menunjukkan sebarang perubahan ketara. Jumlah pepejal larut merujuk kepada kandungan gula terlarut, asid organik dan sebatian organik dalam suatu larutan atau bahan. Perubahan yang kecil ke atas kandungan pepejal larut menunjukkan kandungan pepejal larut dalam MKT tidak berubah sepanjang kemandirian (pertumbuhan dan pembiakan) bakteria dalam produk. Kandungan likopena pula didapati semakin menurun sepanjang tempoh penyimpanan ($p < 0.05$). Likopena merupakan sebatian antioksidan (karotenoid) yang banyak didapati dalam tumbuhan atau buah-buahan berwarna merah seperti tembikai dan tomato. Kebanyakan kajian melaporkan sebatian karotenoid merupakan sebatian berpigmen yang sensitif terhadap cahaya. Oleh itu, dicadangkan produk minuman kultur tembikai dibotolkan dalam botol telap cahaya bagi mengekalkan kandungan likopena yang baik untuk kesihatan. Kelikatan produk (*Rajah 1*) pula didapati meningkat daripada 10.4 cP kepada 54.1 cP pada minggu kedua dan mula menurun sehingga 35.8 cP pada minggu keempat penyimpanan.

Jadual 2. Nilai fizikokimia minuman kultur tembikai sepanjang tempoh penyimpanan

Masa (minggu)	pH	Asid laktik (%)	Jumlah pepejal larut (°Brix)	Likopena ($\mu\text{g}/\text{mL}$)
0	4.22 \pm 0.00 ^a	2.25 \pm 0.00 ^d	17.0 \pm 0.00 ^b	3.34 \pm 0.19 ^a
1	3.92 \pm 0.00 ^b	3.60 \pm 0.00 ^c	18.0 \pm 0.00 ^a	2.96 \pm 0.05 ^b
2	3.74 \pm 0.00 ^c	3.60 \pm 0.00 ^c	18.0 \pm 0.00 ^a	2.84 \pm 0.04 ^b
3	3.64 \pm 0.00 ^d	4.50 \pm 0.00 ^b	18.0 \pm 0.00 ^a	2.08 \pm 0.19 ^c
4	3.63 \pm 0.00 ^e	5.40 \pm 0.00 ^a	17.0 \pm 0.00 ^b	1.99 \pm 0.20 ^c

Nota: Data menunjukkan purata \pm sisihan piawai bagi tiga replikasi. Huruf kecil yang berbeza pada lajur yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan pada $p < 0.05$.



Rajah 1. Kelikatan bagi minuman kultur tembikai dari 0 hingga 4 minggu penyimpanan

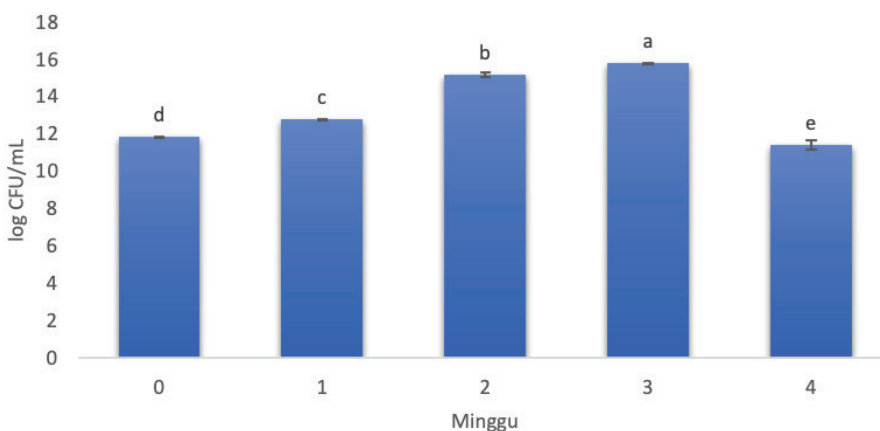
Penilaian mikrobiologi minuman kultur tembikai

Minuman kultur tembikai (MKT) dibangunkan sebagai minuman berfungsi yang mengandungi kultur bakteria strain probiotik yang telah dibuktikan secara saintifik mengandungi nutrisi yang baik untuk kesihatan usus. Bakteria probiotik dikenali sebagai bakteria yang rintang kepada asid di dalam perut. Selepas meminum produk berkultur, bakteria di dalam produk akan melalui esofagus memasuki perut dan seterusnya bergerak ke usus kecil. Semasa di dalam usus kecil, bakteria probiotik akan menggunakan nutrien di dalam usus kecil untuk membiak dan merencatkan pertumbuhan mikroorganisma patogenik melalui penghasilan asid organik seperti asid laktik dan sebatian antimikrob seperti bakteriosin dan hidrogen peroksida. Justeru, keberadaan bakteria probiotik akan memberi keseimbangan mikroflora di dalam usus selain membantu pencernaan dengan mengurangkan risiko gangguan pencernaan seperti cirit-birit dan sembelit.

Minuman berkultur merujuk kepada produk minuman yang mempunyai kandungan kultur yang masih hidup sehingga tamat tempoh penggunaan produk tersebut. Kajian kemandirian kultur bagi produk ini dijalankan pada sela masa seminggu, selama empat minggu penyimpanan pada 4 °C. Jumlah kiraan hidup bakteria *Lactobacili* sp. ditunjukkan seperti dalam Rajah 2 di mana kultur campuran (*L. paracasei* dan *L. bulgaricus*) di dalam produk MKT meningkat secara signifikan dari minggu 0 sehingga minggu ketiga dan menurun pada minggu keempat. Ini menunjukkan bakteria *Lactobacillus* sp. dalam produk MKT adalah aktif dan berkeupayaan tinggi bertahan dalam produk sepanjang tempoh penyimpanan. Bakteria kultur pemula *Lactobacillus* sp. dalam MKT mampu mendominasi persekitaran baru dan menjadikan persekitaran tersebut sesuai untuk

pertumbuhannya. Merujuk Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan 1985 (sehingga Januari 2021), kandungan minimum kultur bakteria hidup di dalam produk probiotik mestilah tidak kurang daripada log 6 CFU/mL. Kandungan bakteria yang tinggi (log 11.41 CFU/mL) dalam produk akhir MKT menunjukkan kelestarian kultur pemula dalam produk yang dibangunkan.

Penilaian mikrobiologi terhadap kehadiran mikroorganisma pencemar makanan ditunjukkan seperti dalam *Jadual 3*. Hasil analisis menunjukkan tiada pertumbuhan yis dan kulat dalam produk minuman kultur tembikai. Dari segi kualiti kebersihan, minuman kultur tembikai tidak mengandungi patogen bawaan makanan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* sepanjang tempoh penyimpanan. Hasil penilaian mikrobiologi menunjukkan minuman kultur tembikai mengandungi kultur bakteria hidup dan selamat untuk diminum sehingga empat minggu penyimpanan pada suhu 4 °C.



Rajah 2. Kemandirian kultur bakteria *Lactobacillus sp.* sehingga empat minggu penyimpanan

Jadual 3. Penilaian mikrobiologi minuman kultur tembikai

Masa (minggu)	Jumlah yis dan kulat (CFU/mL)	Jumlah coliform/ <i>E. coli</i> (CFU/mL)	<i>S. aureus</i> (CFU/mL)
0	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10
1	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10
2	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10
3	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10
4	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10	< 1.0 × 10

Nota: Setiap bacaan adalah nilai purata bagi analisis sampel sebanyak tiga replikasi. < 1.0 × 10 menunjukkan mikroorganisma yang diuji tidak dikesan dalam sampel yang dianalisis

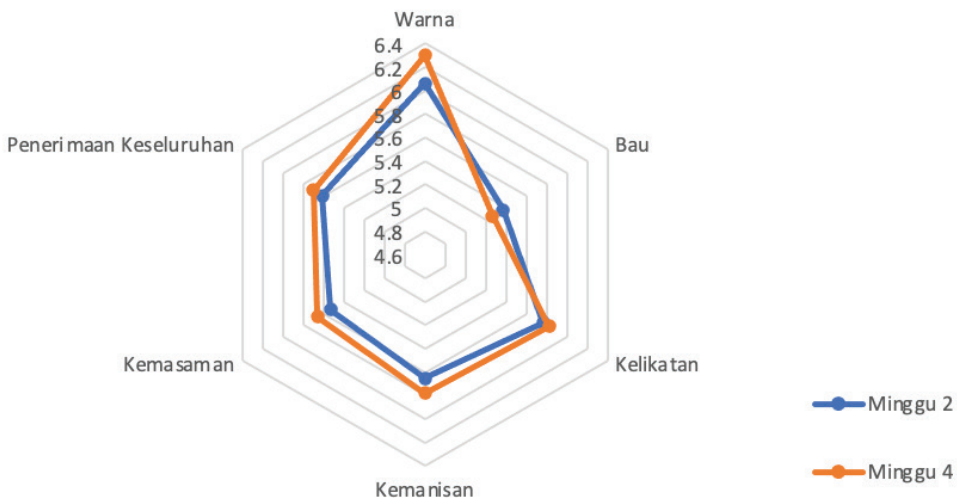
Penilaian sensori minuman kultur tembikai

Analisis penilaian sensori dilaksanakan oleh 40 orang panel tidak terlatih (*in-house panel*) menggunakan skala hedonik dengan skor penerimaan 0 hingga 7 (0 = sangat tidak suka dan 7 = sangat suka). Atribut sensori yang dinilai ialah warna, bau, kelikatan, kemanisan, kemasaman dan penerimaan keseluruhan. *Jadual 4* menunjukkan skor penilaian sensori bagi skala penilaian hedonik manakala *Rajah 3* menunjukkan skor hedonik dalam versi *spider-web*. Penilaian sensori menunjukkan sedikit peningkatan dari minggu kedua hingga minggu keempat bagi atribut warna, kelikatan, kemanisan, kemasaman dan penerimaan keseluruhan. Namun, kesemua atribut yang dinilai tidak menunjukkan sebarang perbezaan signifikan ($p > 0.05$). Skor penerimaan bagi semua atribut adalah melebihi nilai 5 di mana skor penerimaan keseluruhan bagi minuman kultur tembikai (5.61 – 5.70) dikategorikan sebagai “suka” menunjukkan minuman kultur tembikai diterima oleh pengguna sehingga minggu keempat penyimpanan.

Jadual 4. Skor sensori minuman kultur tembikai bagi minggu kedua dan minggu keempat penyimpanan

Masa (minggu)	Warna	Bau	Kelikatan	Kemanisan	Kemasaman	Penerimaan keseluruhan
2	6.06 ± 0.84 ^a	5.37 ± 1.24 ^a	5.76 ± 0.97 ^a	5.65 ± 0.93 ^a	5.53 ± 1.08 ^a	5.61 ± 1.02 ^a
4	6.30 ± 0.71 ^a	5.26 ± 1.27 ^a	5.82 ± 1.02 ^a	5.78 ± 1.07 ^a	5.66 ± 1.14 ^a	5.70 ± 1.15 ^a

Nota: Huruf yang sama bagi lajur yang sama menunjukkan tiada perbezaan signifikan pada $p > 0.05$



Rajah 2. Skor penilaian sensori dalam versi spider-web bagi minuman kultur tembikai sepanjang tempoh penyimpanan

Potensi minuman kultur tembikai

MKT merupakan produk minuman berkultur pertama yang mengandungi puri tembikai dan tiada produk komersial seumpama ini di pasaran. Minuman kultur yang mengandungi puri tembikai lebih berkhasiat kerana menggunakan puri yang kaya dengan nutrisi selain kultur bakteria dengan *strain* probiotik yang baik untuk kesihatan. Produk MKT dihasilkan melalui kaedah biopemprosesan yang ringkas, mudah dan tidak memerlukan teknologi yang kompleks. Bekalan puri tembikai komersial sejuk beku boleh diperolehi sepanjang tahun daripada pembekal selain diproses sendiri daripada pulpa segar.

Kultur pemula daripada bakteria asid laktik *strain* probiotik boleh diperolehi daripada pembekal bahan makanan tempatan atau luar negara. Kultur pemula yang aktif mudah dibiakkan dan dihidupkan semula secara mikrobiologi untuk kegunaan pemprosesan berkala. Penggunaan perasa dan pewarna dalam pemprosesan merupakan suatu pilihan dan biasanya digunakan untuk menambah baik kualiti produk. Formulasi produk yang tepat akan memberi kesan kepada kelestarian kultur bakteria seterusnya mempengaruhi rasa, aroma dan kualiti produk. Kajian telah menunjukkan MKT mengandungi jumlah pertumbuhan bakteria asid laktik yang tinggi semasa penyimpanan produk. Hasil kajian juga memberi petunjuk bahawa produk MKT adalah setanding dengan produk minuman kultur komersial di pasaran.

Kesimpulan

Tembikai biasanya dimakan segar atau dibuat jus. Pada musim puncak, lambakan buah tembikai akan memberi kesan kepada kestabilan harga pasaran buah tembikai. Selain diproses menjadi puri sejuk beku, buah tembikai juga berpotensi digunakan sebagai bahan mentah dalam produk makanan atau minuman baharu seperti minuman kultur tembikai. Teknologi pemprosesan minuman kultur berasaskan puri tembikai telah dibangunkan dan sesuai diusahakan oleh industri kecil dan sederhana (IKS). Kelebihan produk MKT dari segi khasiat yang dibekalkan oleh puri tembikai selain kultur bakteria probiotik yang aktif dijangka akan mendapat sambutan daripada penggemar minuman berfungsi yang mementingkan pemakanan sihat dan penjagaan kesihatan.

Penghargaan

Pengarang mengucapkan terima kasih kepada kumpulan penyelidik daripada Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan (FT), Pusat Penyelidikan Kejuruteraan (ER) dan Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risikan Pasaran dan Agribisnes (ES) serta pegawai sokongan yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam kajian ini. Pengarang juga mengucapkan terima kasih atas sokongan yang diberikan oleh MARDI sepanjang pelaksanaan projek penyelidikan ini bawah Dana Projek Pembangunan PRF521-1001.

Bibliografi

- Lani, M. N., MohdMansor, N. H., Sharifudin, S. A., Abdullah, W. Z. W., MohdIsa, N.S., Jamzuri, M. N. S., & MohdMaidin, N. (2022). Chemical and microbiological analysis of fermented probiotic watermelon juice. *Food Research*, 6 (3), 324–334.
- Mandha, J., Shumoy, H., Devaere, J., Schouteten, J. J., Gellynck, X., Winne, D. A., Matemu, O. A., & Raes, K. (2021). Effect of lactic acid fermentation of watermelon juice on its sensory acceptability and volatile compounds. *Food Chemistry*, 358, 1–12.
- Mytilinaios, I., Salih, M., Schofield, H. K., & Lambert, R. J. W. (2012). Growth curve prediction from optical density data. *International Journal of Food Microbiology*, 154, 169–176.
- Russo, P., Spano, G., & Capozzi, V. (2017). Safety evaluation of starter cultures. Dalam: *Starter Cultures in Food Production*, Speranza, B., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., Eds.; John Wiley & Sons, Ltd.: Hoboken, NJ, USA, m.s. 101–128.
- Yates, G. T., & Smotzer, T. (2007). On the lag phase and initial decline of microbial growth curves. *Journal of Theoretical Biology*, 244, 511–517.

Ringkasan

Pembangunan produk minuman kultur dengan menggunakan puri tembikai dan campuran kultur bakteri *strain* probiotik dapat menambah nilai produk minuman tenusu berkultur. Produk minuman kultur tembikai merupakan produk minuman berfungsi yang berupaya membekalkan manfaat kesihatan daripada kandungan nutrisi puri tembikai. Selain itu, produk ini juga berupaya menjaga sistem imunisasi badan melalui aktiviti kultur probiotik. Produk ini didapati setanding dengan produk minuman kultur probiotik yang terdapat di pasaran. Formulasi dan kaedah pemprosesan produk minuman kultur tembikai telah berjaya dibangunkan di mana minuman ini mengandungi kultur bakteria yang tinggi sehingga log 11.41 CFU/mL dengan kandungan asid laktik 5.4% dan kandungan likopena 1.99 µg/mL pada minggu keempat penyimpanan. Penilaian mikrobiologi dan sensori menunjukkan minuman kultur tembikai selamat diminum dan boleh diterima pengguna dengan skor melebihi nilai 5 (suka) sehingga empat minggu penyimpanan pada suhu 4 °C. Pembangunan produk ini dijangka dapat menyumbang kepada penjaan ekonomi dalam industri asas tani makanan.

Summary

The development of cultured drink using watermelon puree and a mixture of probiotic strain bacterial cultures can increase the diversity of cultured dairy beverage products. Watermelon cultured drink product is a functional drink product which is able to provide health benefits from the nutritional content of the watermelon puree. In addition, this product is also able to increase the body's immune system through the activity of probiotic culture. This product was found to be comparable to probiotic cultured drink product available in the market. The formulation and processing method of the watermelon cultured drink product has been successfully developed which contains a high bacterial culture up to log 11.41 CFU/mL with a lactic acid content of 5.4% and a lycopene content of 1.99 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in the 4th week of storage. Microbiological and sensory evaluations show that the watermelon cultured drink is safe to drink and acceptable by consumers with a score above 5 (like) for up to 4 weeks of storage at 4 °C. The development of this product is expected to contribute to economic generation in the basic agri-food industry.

Pengarang

Hazniza Adnan (Datin Dr.)

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

E-mel: hazniza@mardi.gov.my

Nur Baizura Sa'dom, Hasnisa Hashim, Nurzam Ezdiani Zakaria (Dr.) dan
Siah Watt Moey (Dr.)

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

Siti Nurathirah Abu Hassan

Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risiko Pasaran dan Agribisnes
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Zainun Mohd Shafie (Dr.), Masniza Saari (Dr.) dan Teoh Chin Chuang (Dr.)

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor