

## Sambal nangka – Inovasi produk berasaskan nangka muda melalui teknologi retort

(*Sambal nangka – An innovative young jackfruit-based product using retort technology*)

Koh Soo Peng, Aida Hamimi, Rosmawati Abdullah dan Roslina Ali

Kata kunci: nangka muda, sambal nangka, serat diet, jangka hayat penyimpanan, penerimaan pengguna

### Pengenalan

Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) ialah buah tropika daripada keluarga Moraceae yang banyak ditanam di negara Asia Tenggara seperti Malaysia, Indonesia dan Thailand. Kajian saintifik menunjukkan buah nangka mempunyai potensi tinggi dari segi nilai pemakanan dan manfaat kesihatan, sekali gus menyokong pembangunan produk hiliran bernilai komersial. Buah yang matang mempunyai isi berwarna kuning pekat dengan aroma harum, rasa manis dan tekstur yang rangup.

Nangka merupakan antara tanaman buah-buahan yang mempunyai nilai komersial yang tinggi di Malaysia. Berdasarkan data Banci Pertanian 2024: Buah-buahan, Kadar Sara Diri (SSR) bagi tanaman nangka ialah 109.4% (2022 – 2023). Statistik ini membuktikan bahawa pengeluaran nangka dalam negara bukan sahaja mencukupi, malah melebihi keperluan domestik. Antara varieti nangka yang popular di Malaysia ialah Mantin (J32), Hong/Golden Jackfruit (J34), Mastura/CJ-USM 2000 (J37) dan Tekam Yellow (J33). Varieti J33 atau lebih dikenali sebagai nangka madu merupakan varieti yang banyak ditanam secara komersial untuk tujuan eksport. Keunggulan varieti ini didorong oleh profil rasa yang optimum, tekstur yang rangup serta keseragaman bentuk dan saiz yang memenuhi piawaian logistik antarabangsa. Pada masa kini, kebanyakan nangka dijual sebagai buah segar atau diproses menjadi produk hiliran konvensional seperti snek kering. Namun begitu, pada musim puncak, berlaku pembaziran nangka muda yang signifikan kerana hanya buah bermutu tinggi dipilih bagi memenuhi piawaian eksport. Kekurangan inovasi dalam pembangunan produk hiliran berasaskan nangka muda amat merugikan kerana bahan mentah ini sebenarnya kaya dengan serat diet dan mempunyai tekstur lembut yang sangat ideal untuk pembangunan produk makanan berasaskan tumbuhan.

Inovasi sambal nangka (*Gambar 1*) merupakan sambal serba guna yang diformulasikan menggunakan nangka muda (J33) serta bahan ramuan semula jadi. Sambal ini boleh dimakan terus atau dijadikan perencah untuk hidangan bersambal yang lebih enak. Teknologi pemprosesan retort meningkatkan hayat penyimpanan, memudahkan penyimpanan dan penggunaan serta membolehkan produk ini dimakan pada bila-bila masa. Keseimbangan rasa pedas-manis, tekstur padat serta kandungan serat diet yang tinggi menjadikan sambal nangka sebagai alternatif lebih sihat berbanding dengan sambal berasaskan

haiwan seperti sambal daging, sambal udang atau sambal ikan bilis. Nangka muda juga secara semula jadi bebas gluten, menjadikannya pilihan sesuai untuk individu yang mempunyai alahan atau keperluan diet khas.

### Prinsip pemprosesan sambal nangka

Pembangunan produk sambal nangka melibatkan dua prosedur utama iaitu:

- (a) Perawatan nangka muda untuk menghasilkan tekstur yang lembut tanpa rasa getah
- (b) Formulasi sambal nangka berasaskan tumbuhan



Gambar 1. Sambal nangka (kiri) dan pembungkusan retort sambal nangka (kanan)

### Perawatan nangka muda

Penghasilan sambal nangka menggunakan nangka muda (J33) berusia 4 – 8 minggu kerana pada tahap kematangan ini, teksturnya masih lembut dan berserat halus serta mempunyai rasa yang neutral. Ciri-ciri ini menjadikannya bahan asas yang sesuai kerana kemampuannya menyerap rasa daripada ramuan lain. Nangka muda yang berusia 4 – 8 minggu mengandungi getah yang banyak. Oleh itu, ia perlu diproses segera selepas dipotong bagi mengelakkan perubahan warna (akibat proses pengoksidaan) dan mengekalkan kualiti tekstur bahan mentah. Bahagian kulit yang keras dibuang terlebih dahulu sebelum nangka muda dipotong menjadi ketulan kecil seperti dalam *Carta alir 1*. Kemudian, ketulan nangka direndam dalam larutan garam selama 5 minit untuk mengelakkan proses pengoksidaan yang boleh menyebabkan perubahan warna kepada coklat gelap (keperangan). Selepas itu, ketulan nangka direbus di dalam air mendidih selama 30 minit sebelum dicuci beberapa kali untuk menyingkirkan getah yang terkumpul. Lebihan air pada ketulan nangka yang direbus diperah/singkirkan menggunakan tangan bagi mendapat tekstur yang lebih padat, sebelum disejukbekukan untuk tujuan penyimpanan dan kegunaan masa hadapan.

### Formulasi sambal nangka

*Jadual 1* menunjukkan bahan ramuan yang diperlukan untuk penghasilan sambal nangka. Nangka muda yang telah dibekukan perlu dinyahbeku terlebih dahulu sebelum dikisar sehingga halus (*Carta alir 2*). Tomato yang telah dikisar halus dimasak menggunakan dapur elektrik sehingga mencapai tahap kepekatan sederhana. Seterusnya,

angka muda yang telah dikisar dituang ke dalam adunan masakan dan dikacau secara berterusan sehingga mendidih. Kemudian, minyak dimasukkan secara berperingkat sambil terus dikacau, diikuti dengan penambahan bahan ramuan seperti serbuk cili, halia, serai, bunga kantan dan kunyit. Adunan terus dikacau sehingga semua bahan sehati. Garam, gula dan perasa cendawan ditambah apabila fasa pecah minyak (minyak cili mula terpisah daripada pes sambal) pertama berlaku. Proses memasak diteruskan sehingga sambal menjadi pekat dan pecah minyak sepenuhnya. Setelah siap dimasak, sambal angka dibiarkan sejuk seketika sebelum dibungkus ke dalam pek retort (saiz: 14 cm × 17 cm dengan ketebalan lapisan 140 mikron). Proses pensterilan menggunakan teknologi retort dijalankan pada suhu 121 °C selama 15 minit bagi mencapai nilai  $F_0 = 6$ . Sejurus selepas proses ini selesai, produk distabilkan sebelum dikeluarkan dan boleh disimpan pada suhu bilik selama 2 tahun.

Nilai  $F_0$  merupakan satu ukuran keberkesanan rawatan haba semasa proses retort. Ia menunjukkan tahap 'kuasa membunuh' haba terhadap mikroorganisma berbahaya dalam jumlah masa setara (dalam minit) pada suhu rujukan (121 °C) yang diperlukan untuk memusnahkan mikroorganisma. Nilai  $F_0$  yang paling biasa digunakan dalam proses pemprosesan retort pada pek retort adalah seperti yang berikut:

$$F_0 = \text{jumlah minit setara pada suhu } 121.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

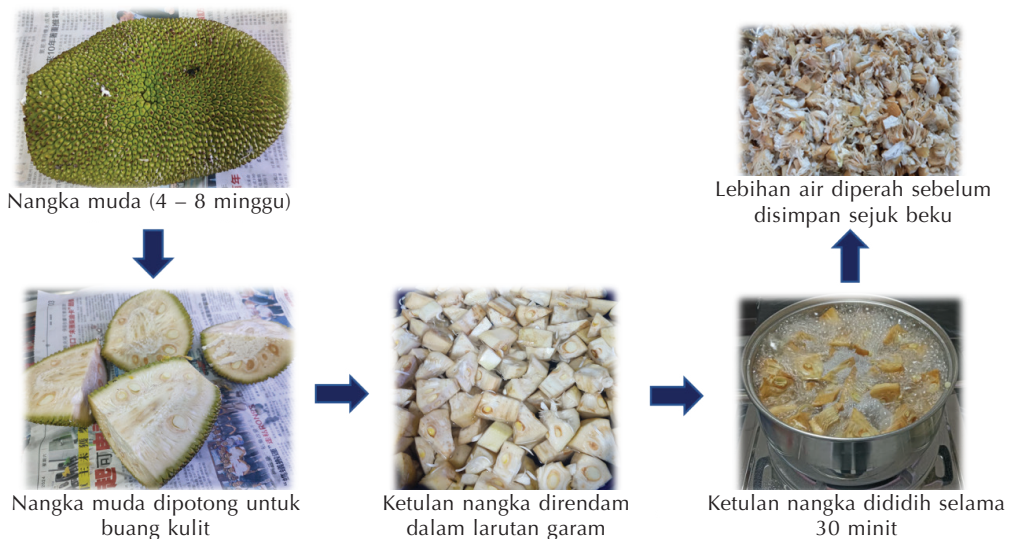
Pengukuran nilai  $F_0$  amat penting kerana ia memastikan keselamatan makanan dan pematuhan terhadap peraturan dengan kualiti produk yang konsisten. Sekiranya nilai  $F_0$  terlalu rendah,  $F_0 < 4$ , proses pensterilan haba mungkin tidak mencukupi, sekali gus meningkatkan risiko kewujudan mikroorganisma berbahaya dan menjadikan makanan tidak selamat untuk dimakan. Sebaliknya, nilai  $F_0$  yang terlalu tinggi,  $F_0 > 8$  boleh menyebabkan makanan terlebih masak, mengakibatkan kerosakan tekstur, penurunan kualiti sensori, serta pengurangan kandungan nutrien. Oleh itu, pengawalan nilai  $F_0$  yang sesuai amat penting dalam pemprosesan retort bagi memastikan keselamatan dan kualiti produk. Dalam pemprosesan retort bagi pek sambal angka ini, nilai  $F_0$  yang digunakan ialah 6, iaitu produk tersebut menerima kesan pembasmian mikroorganisma yang setara dengan pemanasan selama 6 minit pada suhu 121 °C.

Jaminan kualiti produk yang dihasilkan memerlukan pelaksanaan aktiviti kawalan mutu secara menyeluruh, bermula daripada peringkat pemilihan bahan mentah sehingga ke peringkat pemprosesan dan pembungkusan. Penekanan khusus perlu diberikan kepada aspek kebersihan kawasan dan peralatan pemprosesan serta penyimpanan produk akhir. Setiap peringkat pemprosesan perlu dipantau dan dikawal dengan teliti bagi mengelakkan berlakunya risiko pencemaran silang semasa pemprosesan produk. Penggunaan bahan mentah atau ramuan yang tidak segar perlu dielakkan kerana ia boleh menjejaskan rasa serta kualiti produk siap. Peralatan pemprosesan mestilah sentiasa bersih dan disanitasi menggunakan air panas atau agen sanitasi yang

sesuai bagi membasmi mikroorganisma. Setiap langkah pemprosesan perlu dipantau dan dikawal secara rapi bagi mengelakkan berlakunya risiko pencemaran silang. Proses retort hendaklah dilakukan sertamerta selepas sambal nangka dibungkus ke dalam pek retort empat lapisan (polietilena tereftalat/aluminium/nilon/*retortable casted polypropylene* (PET/Al/Ny/R CPP)) dan dipateri (*sealed*). Setelah proses retort selesai, pemeriksaan fizikal ke atas produk perlu dilakukan untuk memastikan keadaan pembungkusan berada dalam keadaan baik sebelum disimpan di tempat yang bersih dan kering. Langkah ini penting bagi memastikan produk yang dihasilkan berkualiti dan selamat untuk dimakan.

Jadual 1. Komposisi bahan ramuan bagi formulasi sambal nangka

Bahan ramuan	Peratusan (%)
Minyak masak	36.67
Nangka muda	28.04
Tomato segar	19.41
Gula	4.96
Bunga kantan	4.31
Cili	1.73
Serai	1.73
Garam	1.16
Halia	0.86
Perasa cendawan	0.60
Kunyit	0.52



Carta alir 1. Langkah pemprosesan nangka muda

### Nilai pemakanan

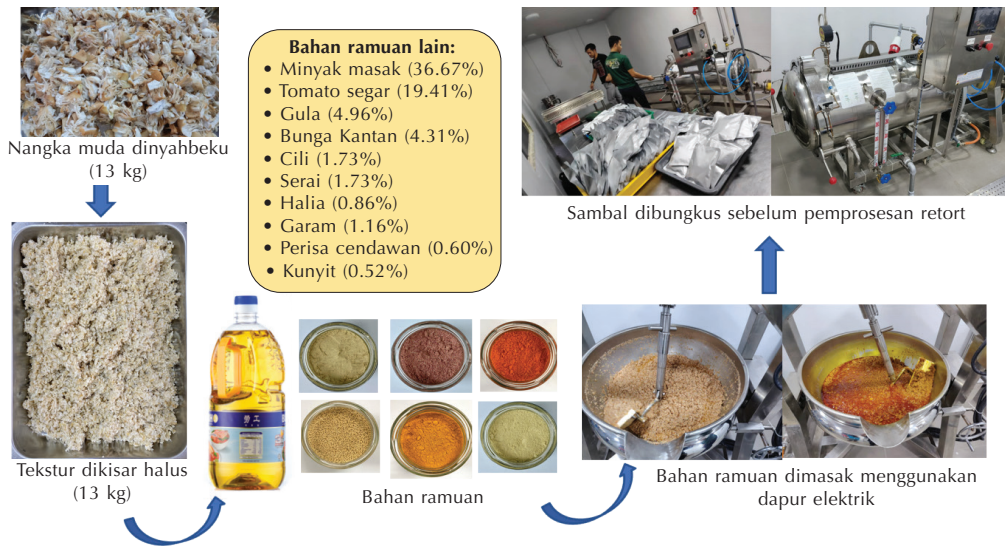
Komposisi nilai pemakanan sambal nangka telah dianalisis merangkumi kandungan tenaga, protein, karbohidrat, lemak, lembapan, abu, jumlah serat diet, jumlah gula serta mineral (*Jadual 2*). Seperti kebanyakan produk sambal komersial lain di pasaran, sambal nangka ini mempunyai kandungan lemak dan gula yang tinggi iaitu 50.5% lemak dan 8.55% gula. Keadaan ini menyumbang kepada nilai tenaga yang tinggi iaitu sebanyak 523 kcal bagi setiap 100 g produk.

Walau bagaimanapun, kelebihan utama sambal nangka adalah kandungan serat diet yang tinggi iaitu sebanyak 12.7 g/100 g. Menurut Garis Panduan Keperluan Pelabelan bawah Akta Makanan 1983 dan Peraturan-Peraturan di bawahnya (2023), produk yang mengandungi serat diet melebihi 6 g/ 100 g boleh dikategorikan sebagai tinggi serat diet. Pengambilan produk ini berpotensi menyumbang secara signifikan kepada keperluan serat diet harian serta membantu menyokong kesihatan sistem pencernaan. Selain itu, sambal nangka turut mengandungi pelbagai jenis mineral penting seperti natrium, kalsium, kalium, zat besi, zink, mangan dan magnesium. Kehadiran mineral-mineral ini menjadikan sambal nangka sebagai produk yang berkhasiat dan berupaya menyokong keseimbangan nutrisi pengguna.

Jadual 2. Komposisi nilai pemakanan sambal nangka

Nilai pemakanan	Kandungan
Tenaga (kcal/100 g)	523.00 ± 5.66
Protein (g/100 g)	1.55 ± 0.07
Lemak (g/100 g)	50.50 ± 0.71
Karbohidrat (g/100 g)	21.90 ± 0.14
Kandungan lembapan (g/100 g)	23.20 ± 0.99
Kandungan abu (g/100 g)	2.85 ± 0.21
Jumlah gula (g/100 g)	8.55 ± 0.21
Jumlah serat diet (g/100 g)	12.70 ± 0.42
Natrium (Na) (mg/100 g)	660.25 ± 17.61
Kalsium (Ca) (mg/100 g)	133.15 ± 3.18
Kalium (K) (mg/100 g)	195.40 ± 3.54
Zat besi (Fe) (mg/100 g)	1.40 ± 0.00
Zink (Zn) (mg/100 g)	0.90 ± 0.00
Mangan (Mn) (mg/100 g)	0.40 ± 0.00
Magnesium (Mg) (mg/100 g)	22.60 ± 0.28

Nota: Data dilaporkan sebagai bacaan purata ± sisihan piawai bagi duplikasi (n = 2)



Carta alir 2. Langkah pemprosesan sambal nangka muda

### Kualiti dan jangka hayat sambal nangka

Pematuhan terhadap piawaian keselamatan makanan amat penting bagi melindungi kepentingan pengguna dalam industri makanan. Sehubungan itu, penentuan kualiti produk perlu dilaksanakan bagi memastikan setiap produk bukan sahaja memenuhi cita rasa pengguna, tetapi juga mematuhi piawaian keselamatan dan kualiti makanan yang ditetapkan. Ujian mikrobiologi merupakan salah satu kaedah penting dalam penentuan kualiti produk makanan, bagi menilai tahap kebersihan dan keselamatan produk sebelum dipasarkan. Melalui ujian ini, jangka hayat produk dapat ditentukan dengan lebih tepat dan konsisten, sekali gus memastikan produk kekal selamat untuk dimakan sepanjang tempoh penyimpanan yang disyorkan.

Penilaian kestabilan kualiti bagi sambal nangka telah dijalankan melalui ujian penyimpanan di dalam kebuk klimatik (*climatic chamber*) pada suhu 40 °C dengan kelembapan relatif 75% selama empat bulan. Keadaan penyimpanan dipercepat ini adalah setara dengan anggaran tempoh simpanan selama dua tahun pada suhu bilik yang normal. Ujian mikrobiologi memainkan peranan penting dalam penilaian kestabilan ini bagi memastikan kualiti dan keselamatan produk sepanjang tempoh penyimpanan yang ditetapkan. Pelaksanaan kajian jangka hayat ini membolehkan pengesanan awal terhadap potensi risiko kesihatan, di samping memastikan produk mematuhi peraturan makanan dan selamat untuk dimakan.

Ujian mikrobiologi yang dijalankan ke atas sampel pada setiap bulan merangkumi analisis jumlah plat [*total plate count* (TPC)], yis dan kulat, koliform serta *Escherichia coli* (*E. coli*). Analisis TPC digunakan untuk mengesan jumlah keseluruhan mikroorganisma dalam sampel yang berfungsi sebagai indikator utama tahap kebersihan dan profil mikrobiologi produk. Analisis yis dan kulat pula dijalankan untuk mengesan kehadiran yis dan kulat, di mana nilai populasi yang tinggi

menandakan kemungkinan berlakunya risiko pencemaran silang semasa proses penyediaan. Ujian pengesanan bakteria patogen seperti koliform dan *E. coli* turut dijalankan bagi memastikan keselamatan makanan, memandangkan kehadiran bakteria patogen berpotensi menyebabkan keracunan makanan. Keputusan analisis mikrobiologi terhadap sambal nangka sepanjang tempoh penyimpanan empat bulan menunjukkan jumlah plat, yis dan kulat, koliform serta *E. coli* ialah  $<1 \times 10$  CFU/g, menandakan keputusan negatif dan tiada pertumbuhan mikroorganisma dikesan (*Jadual 3*). Dapatan analisis ini membuktikan bahawa pemprosesan retort pada suhu 121 °C selama 15 minit dengan nilai  $F_0 = 6$  berjaya menghapuskan mikroorganisma, sekali gus mengekalkan kualiti produk sehingga empat bulan penyimpanan dalam kebuk klimatik (suhu 40 °C, kelembapan relatif 75%) yang bersamaan dengan dua tahun penyimpanan pada suhu bilik (*Guidelines for the generation of storage stability data of veterinary chemical products, veterinary guideline No. 68, APVMA, n.d.*)

Jadual 3. Bacaan mikrobiologi sambal nangka yang disimpan selama empat bulan di dalam kebuk klimatik (suhu 40 °C, RH 75%)

Sampel	Tempoh penyimpanan (bulan)	Ujian mikrobiologi		
		Jumlah kiraan plat (CFU/g)	Yis dan kulat (CFU/g)	Koliform/ <i>E. coli</i> (CFU/g)
Sambal nangka muda	0	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$
	1	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$
	2	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$
	3	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$
	4	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$

### Penerimaan pengguna

Kaji selidik penerimaan pengguna terhadap produk sambal nangka telah dijalankan di kompleks membeli-belah di zon tengah (75%) dan zon selatan (25%) Malaysia (*Jadual 4*). Kaji selidik ini dilaksanakan di premis pasar raya terpilih di Selangor, Kuala Lumpur dan Johor Bahru dengan penyertaan sukarela seramai 400 orang responden. Analisis taburan jantina menunjukkan perempuan membentuk majoriti iaitu 69% berbanding dengan lelaki 31%, manakala lebih 70% (72.4%) responden tergolong dalam kategori dewasa berumur kurang daripada 50 tahun. Taburan etnik adalah agak seimbang mengikut peratusan populasi di Malaysia dan lebih 60% (62%) responden mempunyai tahap pendidikan tinggi. Dari segi pendapatan bulanan, majoriti responden (86.4%) mempunyai pendapatan kurang daripada RM5,000 dengan 62% mempunyai pekerjaan bergaji tetap.

Seramai 400 orang awam telah mengambil bahagian dalam uji rasa produk sambal nangka bagi menilai atribut sensori dan tahap penerimaan pengguna terhadap produk ini. Uji rasa ini dijalankan menggunakan skala hedonik 5 mata, iaitu: 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = tidak pasti suka atau tidak suka, 4 = suka dan

5 = sangat suka. Penilaian dibuat berdasarkan atribut sensori seperti warna, aroma, tekstur, rasa manis, masam, pedas, keseimbangan rasa dan penerimaan keseluruhan (*Jadual 5*). Hasil kajian penerimaan pengguna menunjukkan tahap penerimaan produk sambal nangka oleh 400 orang responden adalah tinggi, di mana pengguna menyukai keseimbangan rasa manis, masin dan pedas dalam sambal nangka ini. Secara keseluruhannya, produk ini diterima baik, menunjukkan produk ini mempunyai potensi yang tinggi untuk dipasarkan secara komersial.

Jadual 4. Profil demografi responden (n = 400) kajian penerimaan pengguna

Indikator		%
Zon	Tengah	75.0
	Selatan	25.0
Jantina	Lelaki	31.0
	Perempuan	69.0
Umur	18 – 29 tahun	17.3
	30 – 39 tahun	28.3
	40 – 49 tahun	26.8
	50 – 59 tahun	16.3
	60 tahun dan ke atas	11.5
Etnik	Melayu/Bumiputera	61.9
	Cina	32.8
	India	5.3
Tahap pendidikan tertinggi	Ijazah Sarjana/Doktor Falsafah	7.0
	Ijazah Sarjana Muda/Diploma dan setara	55.0
	Sekolah menengah/rendah dan setara	37.3
	Tiada pendidikan formal	0.8
Sumber pendapatan utama	Pekerjaan bergaji tetap	62.0
	Bekerja sendiri	18.0
	Sewaan hartanah	1.8
	Pindahan pendapatan (bantuan kebajikan masyarakat, biasiswa, pensen)	3.2
	Tidak bekerja (suri rumah, pelajar)	15.0
Jumlah pendapatan	RM2,499 dan kurang	34.8
	RM2,500 – RM4,999	36.6
	RM5,000 – RM9,999	21.9
	RM10,000 – RM14,999	4.5
	RM15,000 dan lebih	2.1
Pengamal vegetarian	Ya	16.5
	Tidak	83.5

Jadual 5. Tahap penerimaan pengguna terhadap produk sambal nangka

Atribut sensori	Nilai purata
Warna	3.94 ± 0.67
Aroma	3.74 ± 0.79
Tekstur	4.00 ± 0.71
Rasa manis	3.69 ± 0.83
Rasa pedas	3.95 ± 0.84
Rasa masin	3.79 ± 0.84
Rasa seimbang	3.96 ± 0.81
Penerimaan keseluruhan	4.00 ± 0.78

Nota: Data dilaporkan sebagai nilai purata ± sisihan piawai (n = 400)

### Kesimpulan

Inovasi penghasilan produk sambal nangka menunjukkan bahawa nangka muda yang sebelum ini dianggap sebagai bahan buangan boleh ditransformasikan menjadi produk hiliran bernilai tinggi. Dengan formulasi khas yang menitikberatkan cita rasa pengguna dan kandungan serat diet yang tinggi, produk ini merupakan inovasi yang berdaya saing di pasaran. Penggunaan pembungkusan pek retort (PET/Al/Ny/RCPP) empat lapisan yang bersih, praktikal dan tahan lama, digabung dengan teknologi retort yang canggih, terbukti berkesan dalam mengekalkan kestabilan fizikal, kimia dan mikrobiologi produk sepanjang tempoh penyimpanan, sekali gus memenuhi keperluan pengguna moden. Hasil kajian penerimaan pengguna terhadap 400 orang responden di zon tengah dan selatan menunjukkan tahap penerimaan yang positif, sekali gus mengukuhkan potensi sambal nangka untuk dipasarkan secara komersial. Secara keseluruhan, pembangunan sambal nangka bukan sahaja berupaya membuka peluang ekonomi baharu, malah turut meningkatkan pendapatan pengusaha nangka tempatan.

### Penghargaan

Sokongan dana *Projek Future Food* (K-RFP10) daripada Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan (KPKM) amat dihargai. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam melaksanakan projek ini.

## Bibliografi

- Akter, F., & Haque, M. A. (2019). Jackfruit waste: A promising source of food and feed. *Annals of Bangladesh Agriculture*, 23 (1), 91–102.
- Anon. (2024). Food Acts 1983 and Food Regulations 1985. Kuala Lumpur: MDC Publishers Printers Sdn. Bhd.
- Garis Panduan Keperluan Pelabelan di bawah Akta Makanan 1983 dan Peraturan-Peraturan di bawahnya. (2023). Program Keselamatan dan Kualiti Makanan, Kementerian Kesihatan Malaysia.
- Jabatan Perangkaan Malaysia. Bancian Pertanian 2024: Laporan interim buah-buahan, 41
- Ranasinghe, R. A. S. N., Maduwanthi, S. D. T., & Marapana, R. A. U. J. (2019). Nutritional and health benefits of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A review. *International Journal of Food Science*, 4327183.

## Ringkasan

Nangka merupakan buah tropika bernilai tinggi yang bukan sahaja mempunyai potensi komersial melalui jualan buah segar, tetapi juga melalui pembangunan produk hiliran berasaskan nangka muda. Pengeluaran nangka yang melebihi keperluan domestik menunjukkan ruang yang besar untuk industri pemprosesan dikembangkan, terutamanya bagi mengurangkan pembaziran nangka muda pada musim kemuncak. Inovasi seperti penghasilan sambal nangka membuka peluang baharu kepada pengusaha tempatan untuk mempelbagaikan produk berasaskan tanaman ini. Dengan formulasi yang menekankan cita rasa, kandungan serat yang tinggi serta penggunaan pembungkusan retort yang lebih bersih dan praktikal, sambal nangka bukan sahaja memenuhi kehendak pengguna moden, tetapi juga berpotensi menjadi pilihan alternatif yang lebih sihat kepada produk sambal berasaskan tumbuhan. Secara tidak langsung, perkembangan produk seperti sambal nangka dapat meningkatkan nilai tambah nangka muda, menyokong industri makanan vegan dan seterusnya meningkatkan pendapatan pengusaha nangka tempatan. Kajian ini berjaya membangunkan produk inovasi sambal nangka muda dengan kandungan serat diet yang tinggi (12.7%) melalui proses retort (121 °C,  $F_0 = 6$ ) selama 15 minit menggunakan bahan pembungkus empat lapisan polietilena tereftalat/aluminium/nilon/retortable casted polypropylene (PET/Al/Ny/RCPP). Produk sambal nangka ini stabil sehingga dua tahun penyimpanan pada suhu bilik.

## Summary

Jackfruit is a high-value tropical fruit that holds strong commercial potential not only as a fresh fruit but also through the development of downstream products made from young jackfruit. The production of jackfruit, which exceeds domestic demand, indicates a significant opportunity to strengthen the processing industry, particularly in reducing the waste of young jackfruit during peak seasons. Innovations such as the development of jackfruit *sambal* or *sambal nangka* create new opportunities for local producers to diversify products derived from this crop. With a formulation that emphasises taste, a high dietary fibre content and the use of cleaner and more practical retort packaging, *sambal nangka* not only meets the needs of modern consumers but also has the potential to serve as a healthy alternative to other plant-based *sambal* products. Overall, the development of *sambal nangka* enhances the value of young jackfruit, supports the growth of the plant-based food industries, and ultimately helps increase the income of local jackfruit producers. This study has successfully developed a young jackfruit *sambal* with a high dietary fibre content (12.7%) using a retort process (121 °C,  $F_0 = 6$ ) for 15 minutes and packaged in a four-layer laminate of polyethylene terephthalate/aluminium/nylon/retortable cast polypropylene (PET/Al/Ny/R CPP). The *sambal nangka* product remained shelf-life stable for up to two years of storage at ambient temperature.

## Pengarang

Koh Soo Peng (Dr.)

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

E-mel: karenkoh@mardi.gov.my

Aida Hamimi (Dr.) dan Rosmawati Abdullah

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

Roslina Ali (Dr.)

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