

Pembangunan produk analog daging daripada cendawan

(Development of meat analogs products from mushrooms)

Zuwariah Ishak, Nur Ilida Mohamad, Nik Mohd Faiz Che Mohd Noor dan Rawaida Rusli

Pengenalan

Analog daging atau dikenali sebagai pengganti daging semakin mendapat perhatian pengguna dan pengeluar makanan. Ia juga merupakan produk yang mempunyai persamaan dengan daging seperti tekstur, rasa, warna dan nilai nutrisi yang berasaskan sumber tumbuhan. Hal ini disebabkan beberapa faktor seperti bekalan protein haiwan yang semakin berkurangan secara global, penyakit haiwan dan permintaan tinggi terhadap protein tumbuhan termasuklah isu halal dan kesihatan. Menurut kajian, permintaan tinggi terhadap pengambilan daging dijangka meningkat kepada 72% menjelang 2030 dan permintaan sebanyak 465 bilion kg produk daging diperlukan untuk menampung 9.1 bilion populasi menjelang 2050. Menurut kajian kesihatan pula, protein haiwan menyumbang kepada masalah kesihatan kronik seperti penyakit jantung, obesiti dan darah tinggi yang berpunca daripada kolesterol dan lemak. Oleh itu, inovasi analog daging merupakan satu alternatif bagi mengatasi masalah kesihatan kronik secara amnya. Pembangunan produk analog daging perlu mempunyai struktur seakan daging, nilai nutrisi, rasa, tekstur dan ciri-ciri fizikal lain yang menyerupai daging.

Struktur tekstur analog daging bergantung kepada ciri-ciri protein tumbuhan, keterlarutan kanji dan keupayaan memegang cecair. Selain itu, jenis protein yang berbeza akan memberi impak kepada produk akhir seperti rupa bentuk, nutrisi, rasa dan kesan kesihatan. Oleh itu, aspek kritikal yang perlu diberi perhatian dalam membangunkan analog daging adalah pemilihan sumber protein yang sesuai. Antara sumber protein tumbuhan yang biasa digunakan bagi penghasilan analog daging ialah protein soya, kacang pis dan gluten gandum. Pemilihan cendawan sebagai alternatif ramuan analog daging disebabkan ia kaya dengan asid amino yang memberikan rasa seperti daging haiwan sebenar. Selain itu, cendawan juga sangat berkhasiat dari segi gentician serat, beta glukon, vitamin dan mineral. Penggunaan cendawan sebagai bahan utama produk makanan agak terhad dan pemasaran cendawan lebih tertumpu kepada penjualan cendawan segar. Jangka hayat cendawan adalah pendek kerana tidak stabil dan mudah rosak. Penghasilan produk makanan sejuk beku berasaskan cendawan boleh memanjangkan jangka hayat produk cendawan selain memberi nilai tambah kepada komoditi tersebut. *Pleurotus eryngii* adalah spesies terbesar dalam generasi cendawan tiram yang memberikan rasa *savoury* yang sedap dengan tekstur yang serupa dengan daging haiwan. Selain itu, inovasi analog

daging daripada cendawan ini dapat menghasilkan tekstur seakan daging ayam apabila dimakan. Analog daging daripada tumbuhan yang bernutrisi dapat memberi impak kesihatan iaitu bebas kolesterol, rendah lemak, kaya antioksidan, vitamin dan mineral. Di samping itu, pengambilan analog daging dapat mengurangkan risiko penyakit jantung, obesiti, kencing manis, darah tinggi dan lain-lain. Pembangunan produk analog daging daripada sumber tumbuhan bukan sahaja berkhasiat, malah ia juga dapat mengurangkan risiko penyakit yang berpunca daripada peningkatan kolesterol dan risiko penyakit jantung.

MARDI dengan kerjasama Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan (KPKM) telah melaksanakan program bimbingan usahawan bagi tujuan membantu usahawan di Malaysia membangunkan produk-produk makanan. Kajian ini dilaksanakan bagi membangunkan analog daging daripada cendawan tiram raja. Penghasilan analog daging ini bertujuan memenuhi permintaan usahawan dalam mengatasi masalah inti dim sum berasaskan tumbuhan yang tidak sama dengan daging haiwan. Masalah yang dihadapi usahawan adalah inti dim sum yang dihasilkan daripada sumber tumbuhan seperti *soy-based meat analog* tidak dapat mengekalkan tekstur yang kenyal dan pejal seperti daging apabila dim sum dikukus. Bagi mengatasi masalah ini, analog daging daripada cendawan telah dibangunkan oleh MARDI dan diaplikasikan ke dalam beberapa jenis produk yang berpotensi seperti burger, dim sum dan *dumpling*.

Pemprosesan analog daging daripada cendawan

Analog daging biasanya dihasilkan daripada protein soya sebagai komponen utama. Selain itu, cendawan merupakan pilihan lain yang boleh digunakan bagi menghasilkan analog daging kerana kaya dengan asid amino di samping memberikan perasa seakan daging. Cendawan tiram raja atau *Pleurotus eryngii* telah dipilih sebagai bahan utama dalam penghasilan analog daging kerana teksturnya yang agak kenyal menyerupai tekstur daging. Analog daging yang diproses dijadikan sebagai cendawan kisar yang menyerupai daging kisar iaitu bahan utama bagi penghasilan burger, dim sum dan *dumpling*.

Peralatan

Pemprosesan analog daging memerlukan peralatan seperti alat penimbang, mesin pengisar (*mincer*), mesin pengadun (*mixer*), penyejuk beku pantas (*blast freezer*), pencetak burger, mesin *sealer* dan alatan memasak.

Bahan mentah

Bahan utama yang digunakan dalam pemprosesan analog daging ialah cendawan tiram raja (*Gambar 1*). Bahan pengikat (*binder*), bahan pengisi (*filler*) seperti protein sayuran dan bahan perisa juga digunakan semasa proses pengadunan. Fosfat sebagai agen pengikat air berperanan meningkatkan daya pengikat air

dan menstabilkan emulsi lemak. Mengikuti Akta Makanan 1983, apa-apa fosfat dalam apa-apa kadar di mana jumlah kandungan fosfat dihitung sebagai fosforus pentoksida hendaklah tidak melebihi 0.3%. Ramuan lain seperti tepung gandum dan tepung kanji bertindak sebagai bahan pengisi (*filler*). Gluten yang terdapat dalam tepung gandum membantu tekstur yang lebih baik dengan meningkatkan sifat viskoelastik produk.

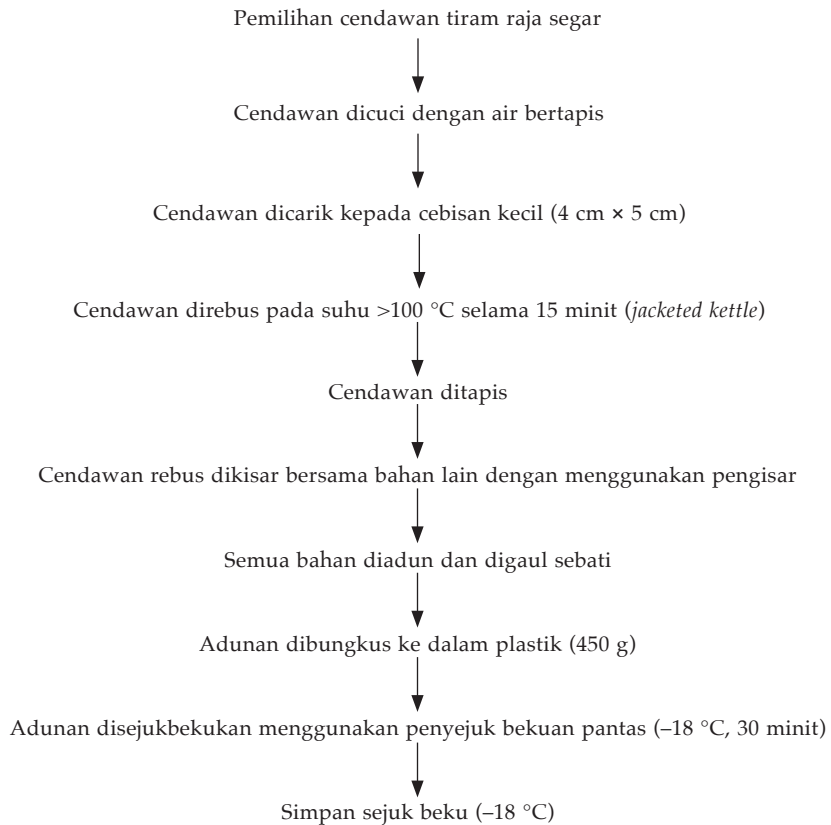


Gambar 1. Cendawan tiram raja

Kaedah pemprosesan

Pemprosesan analog daging daripada cendawan melibatkan pemilihan bahan mentah, pembersihan, perebusan, pengisaran cendawan bersama ramuan lain dan pembungkusan (*Carta alir 1*). Cendawan tiram raja yang segar dipilih dan dibersihkan menggunakan air bertapis. Kemudian cendawan tiram raja dicarik secara manual menggunakan tangan sehingga menjadi cebisan sederhana kecil (4 – 5 cm panjang). Cendawan direbus selama 15 minit pada suhu melebihi 100 °C menggunakan mesin *jacketed kettle* dan ditapis. Seterusnya cendawan yang siap direbus, dikisar bersama bahan-bahan yang lain iaitu minyak, bahan pengikat fosfat, serbuk perisa, protein sayuran, tepung gandum dan tepung kanji sehingga sebatu dengan menggunakan mesin pengisar. Adunan yang terhasil dibungkus ke dalam plastik seberat 450 g/pek. Kesemua adunan yang telah siap dibungkus disejuk beku menggunakan penyejuk beku pantas (*blast freezer*) pada suhu -18 °C selama 30 minit. Kesemua produk disimpan dalam peti sejuk beku pada suhu -18 °C.

Bagi menjamin kualiti dan mutu produk, kawalan sebelum pemprosesan perlu diberi perhatian iaitu merangkumi pembelian, penyimpanan, pengendalian dan penggunaan bahan mentah. Cendawan perlu disimpan dalam peti sejuk dingin bawah 4 °C manakala bahan-bahan kering yang lain perlu disimpan di dalam stor bahan mentah yang bersih. Penentuan mutu semasa pemprosesan melibatkan kaedah pemprosesan dan penjagaan mesin. Proses yang dipraktikkan dipastikan mengikut parameter pemprosesan (suhu dan masa) yang telah ditetapkan. Peralatan, mesin dan bekas yang digunakan hendaklah dalam keadaan baik, tidak dicemari dan efisien bagi pengeluaran yang cekap. Kawalan mutu selepas pemprosesan merangkumi penilaian hasilan dengan melaksanakan ujian nilai rasa sebelum produk dibungkus dan diedarkan. Kawalan mutu dalam produk meliputi pemeriksaan mikrobiologi, nilai aktiviti air (a_w) dan pH produk akhir juga perlu diperiksa dan direkodkan. Kesemua rekod perlu disimpan dalam fail yang berkaitan. Bagi memastikan keselamatan produk, amalan pengilangan baik perlu dipatuhi dan diamalkan setiap kali pemprosesan dijalankan.



Carta alir 1. Pemprosesan analog daging daripada cendawan

Pembungkusan

Jenis bahan pembungkus yang sesuai digunakan untuk produk sejuk beku ialah LDPE, OPP/LDPE, PET/LDPE atau nilon/LLDPE. Bahan plastik jenis ini sesuai pada suhu sejuk beku kurang daripada $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ketebalan plastik jenis selapis atau plastik laminat (pelbagai lapis) dengan purata ketebalan 80 mikron sesuai digunakan.

Penilaian sensori

Penyediaan sampel

Terdapat tiga produk yang telah dihasilkan menggunakan analog daging daripada cendawan iaitu burger, dim sum dan *dumpling*. Pemilihan jenis produk bagi aplikasi analog daging daripada cendawan adalah berdasarkan permintaan usahawan. Oleh itu, penghasilan dim sum dan *dumpling* telah dijalankan oleh usahawan manakala burger pula dihasilkan di MARDI dengan menggunakan analog daging daripada cendawan. Kesemua sampel sejuk beku burger, dim sum dan *dumpling* dinyahbeku terlebih dahulu sebelum proses memasak dilakukan.

Sampel dim sum dikukus selama 10 minit dengan menggunakan pengukus elektrik. Sampel *dumpling* pula digoreng secara rendaman (*deep fry*) selama 6 minit manakala teknik *grill* digunakan bagi memasak burger dengan pemanasan perlahan selama 7 minit.

Kajian penilaian sensori terhadap produk analog daging daripada cendawan telah dijalankan berdasarkan atribut kelembutan, kekenyalan, kejusan, rasa dan penerimaan keseluruhan. Sampel dilabel dengan tiga nombor digit dan disusun secara permutasi rawak. Air minuman disediakan sebagai pembilas mulut. Seramai 60 orang panel penilai terlibat dalam sesi penilaian produk. Panel penilai terdiri daripada kakitangan MARDI dan pelajar praktikal daripada pelbagai universiti dan kolej. Panel penilai diminta untuk menilai produk berdasarkan atribut yang diberi pada skala hedonik 7-poin. Penilaian berdasarkan darjah kesukaan (skala 1 – 7) iaitu skala 1 adalah sangat tidak suka manakala skala 7 adalah sangat suka. Sampel yang mempunyai skor lebih daripada 5.00 poin adalah dikira sebagai diterima oleh panel penilai.

Nilai pemakanan dan ciri fizikal analog daging daripada cendawan

Maklumat nilai pemakanan bagi analog daging daripada cendawan diringkaskan seperti dalam *Jadual 1*. Analog daging daripada cendawan tiram raja mengandungi serat diet yang tinggi iaitu 9.47%. Merujuk Akta Makanan 1983 dan Peraturan-Peraturan Makanan 1985, jumlah serat diet sebanyak 6 g bagi setiap 100 g pepejal dikategorikan sebagai makanan tinggi serat diet. Oleh itu, produk ini berpotensi menjadi sumber serat diet yang baik untuk kesihatan sistem penghadaman. Analog daging yang dihasilkan juga mengandungi kandungan protein sebanyak 7.3%, kandungan lemak sebanyak 2.3%, kandungan karbohidrat sebanyak 23%, kandungan abu sebanyak 2.74% dan jumlah tenaga sebanyak 162%. Karbohidrat adalah sumber utama yang digunakan oleh badan untuk menghasilkan tenaga. Analog daging daripada tumbuhan bebas kolesterol dan tinggi kandungan serat diet berpotensi sebagai produk kesihatan pilihan pengguna. Menurut kajian, cendawan mengandungi sejenis serat yang dianggap sebagai agen antikolesterolemik yang dikenali sebagai beta glukukan yang boleh menurunkan aras kolesterol dalam darah. Selain itu, cendawan juga boleh meningkatkan sistem imunisasi, menurunkan tekanan darah, menghalang pertumbuhan sel barah, mengurangkan keradangan, tinggi antioksidan dan bersifat prebiotik. Oleh itu, produk analog daging daripada cendawan seperti *dumpling*, dim sum dan burger merupakan pilihan sihat pengguna di samping mempunyai rasa yang lazat. Selain itu, penghasilan analog daging daripada cendawan juga menjadi alternatif kepada jaminan bekalan makanan seterusnya mengurangkan kebergantungan kepada import daging dari negara

Jadual 1. Nilai pemakanan analog daging daripada cendawan

Fakta pemakanan	Analog daging daripada cendawan
Protein (g/100 g)	7.3 ± 0.64
Tenaga (kcal/100 g)	162.0 ± 1.41
Jumlah lemak (g/100 g)	2.3 ± 0.21
Jumlah karbohidrat (g/100 g)	23 ± 0.57
Abu (g/100 g)	2.7 ± 0.00
Serat diet (g/100 g)	9.5 ± 0.16

luar, di samping mempromosikan produk halal dan vegetarian.

Sampel analog daging daripada cendawan telah dianalisis dari segi warna menggunakan Chroma Meter CR 400 (Konica Minolta Business Technologies, Inc, Tokyo, Jepun). Nilai CIE L* adalah berjulat daripada 0 – 100, di mana skor paling tinggi menunjukkan warna paling cerah manakala skor yang rendah menunjukkan warna yang lebih gelap. Nilai positif a* pula menunjukkan warna merah manakala nilai negatif menunjukkan warna hijau. Nilai positif b* menunjukkan warna kuning manakala nilai negatif menunjukkan warna biru. Oleh itu, penilaian warna analog daging daripada cendawan melalui analisis Chroma Meter adalah sederhana cerah, kemerahan (nilai a* positif) dan kekuningan (nilai b* positif). Analog daging daripada cendawan mengandungi 54.6% kandungan lembapan dan 0.96 aktiviti air (Jadual 2). Bagi produk sejuk beku, jumlah kandungan lembapan dan aktiviti air tidak menjejaskan kestabilan produk kerana pada suhu penyimpanan -18 °C produk sejuk beku adalah selamat dimakan atau dimasak. Hasil ujian mikrobiologi juga menunjukkan penilaian kualiti produk adalah diterima dari segi mikrobiologi mengikut kategori produk pertengahan sebagai bahan masakan (Jadual 3).

Jadual 2. Analisis fizikal analog daging daripada cendawan

Analisis fizikal	Analog daging daripada cendawan
Warna	
L*	58.23 ± 2.47
a*	2.20 ± 0.65
b*	19.13 ± 0.72
Kandungan lembapan (%)	54.6 ± 0.43
Aktiviti air (a _w)	0.96 ± 0.00

Jadual 3. Analisis mikrobiologi bagi analog daging daripada cendawan

Analisis	Analog daging daripada cendawan
Jumlah kiraan plat (TPC)	3.05×10^4
<i>Total psychrophilic bacteria count</i> (PSY)	2.50×10^2
<i>E. coli</i>	$<1.00 \times 10$
<i>Total Coliform</i>	2.50×10^2
<i>Yeast & mould</i>	1.00×10^2

Nota: $<1.0 \times 10$ menunjukkan mikroorganisma yang diuji tidak dikesan dalam sampel yang dianalisis

Penilaian sensori produk analog daging daripada cendawan

Produk burger, dim sum dan *dumpling* (Gambar 2) yang telah dihasilkan dikaji dari segi penilaian sensori bagi mengetahui tahap penerimaan analog daging daripada cendawan dalam pembangunan produk. Penerimaan panel terhadap kelembutan, kekenyalan dan kejusan adalah berbeza secara signifikan ($p < 0.05$) bagi produk *dumpling* berbanding dengan dim sum dan burger (Rajah 1). Walau bagaimanapun, penerimaan penilai terhadap atribut rasa dan penerimaan keseluruhan menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan bagi dim sum dan burger. Secara keseluruhannya, *dumpling* analog daging daripada cendawan mendapat skor yang paling tinggi bagi kelima-lima atribut. Bagi penerimaan keseluruhan pula, produk *dumpling* mendapat skor melebihi 5 manakala produk dim sum dan burger mendapat skor menghampiri 5. Oleh itu, produk analog daging daripada cendawan terbukti diterima oleh panel penilai. Kajian ini menunjukkan bahawa pengguna boleh menerima pengganti daging daripada cendawan sebagai bahan asas produk hasilan daging. Penerimaan keseluruhan bagi setiap produk sangat dipengaruhi oleh atribut lain dalam pemberian skor penilaian.

Tekstur dan kaedah memasak juga dapat mempengaruhi penerimaan keseluruhan produk. Secara umumnya, rasa, kejusan dan kelembutan merupakan faktor utama penerimaan pengguna. Penilaian kekenyalan adalah berkait rapat dengan kejusan produk analog daging kerana teknik masakan yang berbeza akan menghasilkan tekstur produk yang berlainan. Produk *dumpling*

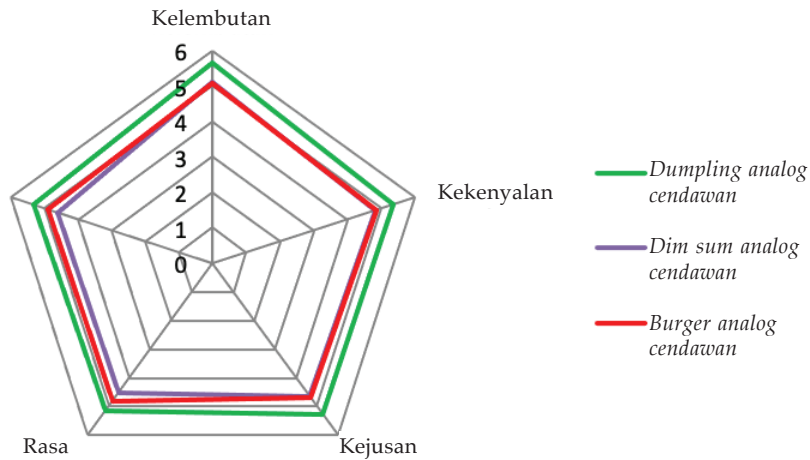


Dumpling

Dim sum

Burger

Gambar 2. Aplikasi analog daging daripada cendawan



Rajah 1. Penilaian sensori bagi produk analog daging daripada cendawan

cendawan yang dimasak secara penggorengan mendapat skor yang paling disukai oleh panel penilai diikuti sampel burger cendawan dan akhir sekali dim sum cendawan. Faktor yang mempengaruhi ciri-ciri penilaian sensori bagi kajian ini adalah jenis produk dan kaedah masakan analog daging tersebut. Menurut kajian, teknik masakan *grill* untuk produk burger dan penggorengan untuk *dumpling* dapat mengekalkan kejuasan dan rasa yang sangat disukai pengguna. Hal ini berbeza dengan teknik kukus bagi dim sum yang menunjukkan skor yang lebih rendah berbanding dengan burger dan *dumpling*. Minyak masak memainkan peranan sebagai penggalak sebatian perasa dengan memberikan aroma yang menyelerakan.

Penilaian ekonomi dan anggaran kos pengeluaran analog daging daripada cendawan

Harga jual yang dicadangkan mengikut daya maju projek ialah RM15.00/450 g bagi kapasiti makmal (*Jadual 4*). Projek adalah berdaya maju berdasarkan lima indikator utama iaitu Nilai Kini Bersih (NPV), Kadar Pulangan Dalaman (IRR), Tempoh Pulangan Balik Modal dan Nisbah Faedah Kos (BCR). Kadar pulangan dalaman atau kadar pulangan balik modal ialah 30% iaitu kadar yang menyamakan nilai kini aliran tunai akan datang yang telah dijangkakan. Nilai kini bersih pengeluaran menunjukkan nilai ringgit yang positif, bermakna pengeluaran analog daging daripada cendawan boleh diteruskan kerana memberi pulangan yang lebih tinggi daripada kos permulaan yang dilaburkan. Kadar Pulangan Dalaman ialah 33% (kapasiti peningkatan skala) dan 25% (kapasiti makmal), (*break even rate*). Tempoh pulangan modal ialah 3 tahun bagi pengeluaran analog daging daripada cendawan dan Nisbah Faedah Kos pula adalah melebihi nilai 1. Secara keseluruhannya, pengeluaran analog daging daripada cendawan adalah berdaya maju dan boleh dijadikan rujukan bagi usahawan dalam pembangunan produk.

Jadual 4. Penilaian ekonomi dan anggaran kos pengeluaran analog daging daripada cendawan

Penilaian ekonomi	Analog daging daripada cendawan
Kos per unit produk	RM13.45/450 g Jumlah pengeluaran: 60 pek/450 g sehari
Cadangan harga jual	RM15/450 g
Nilai Kini Bersih (NPV)	RM123,791
Kadar Pulangan Dalaman (IRR)	30%
Tempoh Pulangan Balik Modal (Year)	3.07 tahun
Nisbah Faedah Kos (BCR)	1.08

Bibliografi

- Bonny, S. P. F., Gardner, G. E., Pethick, D. W., & Hocquette, J. F. (2015). What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? *Journal of Intergrative Agriculture*, 14, 255–63. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60888-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60888-1)
- Mishal, S., Kanchan, S., Bhushette, P. R., & Sonawane, S. K. (2022). Development of plant-based meat analogue. *Food Science and Applied Biotechnology*, 5(1), 45–53.
- Mohd Irwani Hafiz, S., Norizah, M. A., Aida Hamimi, I., Dayana, M. N., Sharizan, A., & Nur Baizura, S. (2013). Burger cendawan daripada cendawan tiram kelabu. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 3, 71–78.
- Taylor, J., Ahmed, I. A. M., Al-Juhaimi, F. Y., & Bekhit, A. E. A. (2020). Consumers' perceptions and sensory properties of beef patty analogues. *Foods*, 9(1), 63. <https://doi.org/10.3390/foods9010063>
- Zuwariah, I., Syahida, M., Nur Baizura, S., Tun Nurbrillinda, M., Faridah, H. Rodhiah, R., & Mohd Fakhri, H. (2023). Formulation and nutritional evaluation of instant vegetable cereal. *Food Research*. *Food Research*, 6 (2), 267–277.

Ringkasan

Analog daging daripada tumbuhan merupakan alternatif kepada hasil daging yang boleh diaplikasi dalam pelbagai produk makanan. Penggantian hasil daging dengan analog daging semakin penting kerana bekalan protein haiwan yang semakin berkurangan secara global, penyakit haiwan dan permintaan tinggi terhadap protein tumbuhan termasuklah isu halal dan kesihatan. Analog daging daripada cendawan telah dibangunkan dan diaplikasi ke atas produk burger, dim sum dan *dumpling*. Seterusnya kajian penilaian sensori dijalankan bagi mengetahui tahap penerimaan pengguna ke atas produk yang telah dihasilkan. Secara keseluruhannya, *dumpling* analog cendawan mendapat skor yang paling tinggi bagi atribut kelembutan, kekenyalan, kejusan, rasa dan penerimaan keseluruhan. Kajian ini menunjukkan bahawa pengguna boleh menerima pengganti daging daripada cendawan sebagai bahan asas produk hasil daging. Analog daging daripada cendawan tinggi dengan serat diet iaitu sebanyak 9.47% dan ini menunjukkan produk ini berpotensi menjadi sumber serat yang baik

untuk kesihatan sistem penghadaman. Analog daging daripada cendawan adalah bebas kolesterol dan tinggi kandungan serat menjadi faktor utama pemilihan produk kesihatan pengguna. Kesimpulannya, analog daging daripada cendawan sangat berpotensi dijadikan pengganti produk hasilan daging bagi memenuhi permintaan pengguna secara global.

Summary

Plant-based meat analog is an alternative to animal meat production that can be applied in various food products. The substitution of meat production with plant-based analogs is becoming increasingly important due to the decreasing global supply of animal protein, animal diseases and high demand for plant-based protein, including issues related to *halal* and health. Mushroom-based meat analogs has been developed and applied to products such as burgers, *dim sum* and dumplings. Furthermore, sensory evaluation studies were conducted to determine the level of consumer acceptance of the products. Overall, mushroom-based dumplings received the highest scores for attributes such as tenderness, chewiness, juiciness, taste and overall acceptance. This study indicates that consumers can accept mushroom-based meat analogs as the primary ingredient in meat alternative products. Mushroom based-meat analogs are rich in dietary fibre, with a content of 9.47%, suggesting that this product has the potential to be a good source of fibre for digestive health. Mushroom based-meat analogs, being cholesterol-free and high in fibre are key factors in the selection of health-conscious products by consumers. In conclusion, mushroom-based meat analogs have great potential to serve as substitutes for meat products to meet global consumer demand.

Pengarang

Zuwariah Ishak

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

E-mel: zuwariah@mardi.gov.my

Nur Ilida Mohamad (Dr.) dan Nik Mohd Faiz Che Mohd Noor

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

Rawaida Rusli

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