

Pembungkus mesra alam: Filem boleh dimakan daripada rumpai laut

(Environmental friendly packaging: edible films from seaweed)

Siah Watt Moey, Aminah Abdullah dan Ishak Ahmad

Pengenalan

Makanan secara amnya akan mengalami perubahan atau kerosakan sama ada secara fizikal, biologi dan juga kimia. Oleh itu, pembungkusan berfungsi untuk melanjutkan tempoh simpan makanan dan pada masa yang sama dapat menjamin kualiti dan keselamatannya. Pembungkusan makanan wujud sejajar dengan terbentuknya tamadun manusia. Pelbagai jenis bahan seperti daun, kulit binatang, tanah liat, rotan dan sebagainya telah digunakan oleh masyarakat primitif untuk membentuk bekas bagi membungkus dan menyimpan makanan dan air.

Walaupun perlindungan, penampungan dan fungsi asas lain menjadi pertimbangan utama semasa menentukan cara pembungkusan makanan, namun kaedah pelupusan bahan pembungkus juga merupakan aspek penting yang perlu dipertimbangkan. Usaha untuk membangunkan pelbagai jenis bahan pembungkus hijau atau mesra alam giat dijalankan demi menyahut permintaan yang kian meningkat daripada pengguna yang semakin prihatin terhadap pemuliharaan alam sekitar yang terganggu akibat pelbagai jenis pencemaran.

Filem pembungkus boleh dimakan

Bahan pembungkus makanan berasaskan sumber petroleum telah digunakan secara meluas. Walau bagaimanapun, kebimbangan terhadap pencemaran alam sekitar telah menggalakkan usaha untuk mencari alternatif kepada bahan pembungkus ini. Sejumlah besar peruntukan dilaburkan dalam penyelidikan pembangunan filem pembungkus boleh dimakan dan mesra alam daripada polimer semula jadi seperti selulosa, kanji dan kitosan kerana bahan ini boleh diperolehi dengan mudah secara semula jadi, bersifat mesra alam dan boleh diperbaharui.

Filem pembungkus boleh dimakan merupakan lapisan nipis yang disediakan daripada bahan yang boleh dimakan dan bertindak sebagai penghalang kepada unsur luar seperti lembapan, minyak dan wap air serta dapat melindungi produk dan memanjangkan tempoh simpan makanan tersebut. Contohnya lilin untuk buah-buahan dan sayur-sayuran, syelek untuk menyalut gula-gula konfeksi dan kacang, sarung semula jadi untuk produk daging dan kapsul gelatin untuk industri farmaseutikal. Filem ini boleh dimakan bersama

makanan atau ubatan dan secara tidak langsung dapat memberi nutrien tambahan serta meningkatkan ciri-ciri deria rasa. Oleh sebab filem ini boleh dimakan, maka komposisinya perlu mematuhi peraturan yang dikenakan terhadap produk makanan berkenaan.

Bagi memenuhi permintaan yang semakin meningkat terhadap bahan pembungkus boleh dimakan, lebih mesra alam daripada sumber yang mapan, pembangunan bahan pembungkus baharu telah dikaji secara meluas termasuk menggunakan biopolimer. Bioplastik atau bahan pembungkus biopolimer boleh diperbuat daripada bahan mentah daripada sumber pertanian. Walau bagaimanapun, penyelidikan dalam bidang ini masih di peringkat awal di Malaysia.

Kajian yang dilakukan memberi tumpuan kepada pembangunan filem boleh dimakan berasaskan rumpai laut tempatan sebagai bahan pembungkus produk makanan. Rumpai laut ialah sumber asli yang mapan serta berpotensi, tetapi masih belum digunakan sepenuhnya. Penanaman rumpai laut telah berkembang pesat di Malaysia, terutama di Sabah yang merupakan salah satu pengeluar rumpai laut di dunia dengan jumlah pengeluaran dalam tahun 2010 adalah sebanyak 150,000 tan metrik dan dijangka menghasilkan 1,500,000 tan metrik pada tahun 2020.

Melalui Program Transformasi Ekonomi (ETP), Kerajaan Persekutuan telah meluluskan sejumlah besar dana untuk memajukan industri ini supaya menjadi salah satu sumber ekonomi negara dan mewujudkan lebih banyak peluang pekerjaan. Melalui kajian ini, pembangunan filem boleh dimakan berasaskan rumpai laut untuk aplikasi dalam pembungkusan produk makanan merupakan salah satu kaedah untuk mempelbagaikan penggunaan dan menambah nilai rumpai laut. Ini amat penting bagi menyokong hasrat kerajaan untuk menjadikan Malaysia sebuah negara yang berpendapatan tinggi dan maju menjelang tahun 2020.

Penyediaan filem boleh dimakan

Dalam kajian ini, rumpai laut merah iaitu *Kappaphycus alvarezii* digunakan untuk pembangunan filem boleh dimakan. Rumpai laut dalam bentuk kering diperolehi dari Semporna, Sabah. Rumpai laut dibasuh di bawah air paip yang mengalir untuk membuang kekotoran dan garam sebelum direndam dan seterusnya dikisar untuk menghasilkan pes.

Filem rumpai laut boleh dimakan seterusnya diproses mengikut langkah-langkah seperti yang diterangkan dalam paten yang telah difailkan bertajuk "Biodegradable film from seaweed and process for producing the same (PI2013003883)". Filem disediakan dengan menuang larutan pembentuk filem ke dalam acuan yang difabrikasi khas. Selepas dikeringkan, filem yang terbentuk ditanggalkan daripada acuan untuk diukur dari segi ketebalan, warna, kelegapan, keterlarutan,

ciri-ciri mekanikal (kekuatan tegangan dan pemanjangan pada takat putus), kadar ketelapan wap air dan juga kesesuaiannya sebagai bahan pembungkus makanan.

Ciri-ciri filem boleh dimakan

Sifat-sifat fizikal dan mekanikal filem boleh dimakan ditunjukkan seperti dalam *Jadual 1*. Filem yang terbentuk dapat ditanggalkan daripada plat penuangan dengan mudahnya tanpa mengalami sebarang kerosakan seperti terkoyak. Filem yang dihasilkan adalah fleksibel, mempunyai permukaan yang homogen serta licin tanpa rekahan dan bersifat lut sinar (*Gambar 1*).

Filem yang dihasilkan mempunyai ketebalan 0.076 mm. Ketebalan merupakan parameter penting yang mempengaruhi penggunaan filem dalam industri makanan. Ketebalan filem yang terbentuk dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kelikatan dan juga kuantiti larutan pembentuk filem yang dituang. Semakin tinggi kelikatan larutan pembentuk filem, semakin tebal filem yang terbentuk. Untuk memastikan ketebalan filem yang seragam boleh didapati setiap kali pemprosesan, adalah penting untuk memastikan kelikatan dan kuantiti larutan pembentuk filem yang digunakan adalah sama. Selain

itu, kandungan lembapan filem juga mempengaruhi ketebalan filem yang terbentuk. Oleh itu, suhu dan tempoh pengeringan filem juga perlu dikawal agar mencapai bacaan lembapan yang dikehendaki.

Ketebalan filem akan mempengaruhi ketelapan wap air dan gas. Semakin tebal filem maka ketelapan wap air dan gas akan semakin rendah dan berupaya melindungi produk yang terkandung di dalam dengan lebih baik. Ketebalan juga mempengaruhi sifat fizikal dan mekanik filem yang lain seperti kelegapan, kekuatan tegangan dan pemanjangan pada takat putus. Akan tetapi, filem yang tebal menyebabkan penerimaan pengguna terhadap produk yang dibungkusnya menurun kerana produk yang terkandung tidak dapat dilihat dengan jelas kerana ketelusan

Jadual 1. Ciri-ciri fizikal dan mekanikal filem rumpai laut

Ciri-ciri	Nilai
Ketebalan	0.076 mm
Warna	
L	89.50
a	+1.86
b	-1.16
Jumlah perbezaan warna (ΔE)	4.84
Kelegapan	0.38
Keterlarutan	66.08%
Kekuatan tegangan	6.82 MPa
Pemanjangan pada takat putus	17.90%
Ketelapan wap air	34.76 g.mm / m ² .hari.kPa
Ketelapan oksigen	19.54 cm ³ μm / m ² .hari.kPa



Gambar 1. Filem boleh dimakan yang bersifat lut sinar

yang menurun dan warna yang lebih pekat. Justeru, filem yang mempunyai ketebalan berlainan boleh dihasilkan bergantung kepada aplikasinya.

Jika filem digunakan hanya untuk membalut dan melapik makanan untuk mengelak makanan daripada melekat sesama sendiri seperti daging burger dan roti canai sejuk beku, maka filem pelapik tersebut tidak perlu mempunyai kekuatan mekanikal yang tinggi dan filem yang lebih nipis boleh digunakan. Sebaliknya, jika filem digunakan untuk membentuk uncang bagi mengisi makanan seperti kopi segera atau serbuk perencah mi segera, maka filem yang mempunyai kekuatan mekanikal yang lebih tinggi perlu digunakan agar boleh menampung isi kandungannya dengan baik dan pada masa yang sama memberi perlindungan tertentu daripada ketelapan wap air dan oksigen.

Warna filem merupakan sifat penting yang akan mempengaruhi penampilan, kebolehpasaran dan kesesuaiannya untuk pelbagai aplikasi (*Gambar 2*). Filem boleh dimakan yang jernih dengan kelutsinaran yang tinggi adalah lebih digemari. Secara visual, filem boleh dimakan yang dihasilkan dalam kajian ini kelihatan jernih dengan nilai jumlah perbezaan warna (ΔE) 4.84 berbanding dengan plat piawaian putih.

Keupayaan bahan pembungkus untuk memberi perlindungan kepada bahan makanan yang terkandung di dalamnya juga bergantung kepada kelegapan filem. Selain ketebalan dan warna filem, tahap penembusan cahaya atau kelegapan filem juga bergantung kepada struktur kimia dan susunan molekul bahan yang digunakan untuk membentuk filem. Kelegapan filem rumpai laut pada 600 nm ialah 0.38 yang menunjukkan bahawa filem tersebut agak telus.

Keterlarutan filem memberi bacaan peratus berat kering yang terlarut di dalam air yang dipengaruhi oleh sumber bahan asas untuk pembuatan filem. Dalam kajian ini, rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* yang digunakan mengandungi kappa karagenan. Sifat keterlarutan karagenan dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor, antaranya ialah suhu, pH, kehadiran bahan organik lain serta

kandungan zat yang terlarut dalam air.

Keterlarutan merupakan ciri penting yang menentukan aplikasi filem tersebut dalam pembungkusan makanan. Pembungkus filem dengan keterlarutan yang tinggi memberi kemudahan kepada pengguna makanan sedia dimakan kerana mudah larut di dalam air panas mahupun di dalam mulut pengguna. Sebanyak 66.08% daripada filem boleh dimakan yang dibangunkan dalam kajian ini terlarut bawah keadaan eksperimen



Gambar 2. Filem boleh dimakan berwarna

dan menunjukkan ia mudah terlarut dalam air dan sesuai digunakan sebagai uncang untuk serbuk kopi segera dan serbuk perencah mi segera.

Bahan biopolimer mengalami pelbagai kaedah pengendalian dan pendedahan kepada situasi yang mencabar semasa digunakan. Maka, menguji sifat-sifat mekaniknya adalah diperlukan untuk meramal tingkah lakunya apabila digunakan untuk produk makanan. Kekuatan tegangan dan pemanjangan pada takat putus adalah parameter yang sangat berguna untuk menerangkan sifat-sifat mekanikal filem dan ia adalah berkait rapat dengan struktur dalamannya. Kekuatan tegangan dan pemanjangan pada takat putus untuk filem boleh dimakan yang dibangunkan dalam kajian ini masing-masing mempunyai nilai 6.82 MPa dan 17.90%. Nilai yang diperoleh walaupun lebih rendah daripada bacaan untuk bahan plastik secara umumnya, namun dengan kekuatan yang ada pada filem ini adalah memadai untuk kegunaannya dalam pembungkusan makanan terpilih yang disasarkan iaitu sebagai uncang serbuk kopi segera dan perencah mi segera, sebagai pembalut kuih serta sebagai pelapik.

Pengujian kadar ketelapan wap air digunakan untuk mengukur kemampuan filem dalam merintang migrasi wap air. Kemosrotan kualiti makanan dalam pakej bergantung kepada kadar ketelapan atau pemindahan air antara produk terkandung di dalamnya dengan persekitarannya. Maka ciri-ciri rintangan terhadap ketelapan wap air amat penting dan diperlukan untuk berfungsi sebagai bahan pembungkus makanan yang baik. Dalam kajian ini, filem rumpai laut boleh dimakan mempunyai ketelapan wap air sebanyak $34.76 \text{ g.mm/m}^2.\text{hari.kPa}$ iaitu jauh lebih rendah berbanding dengan filem puri epal boleh dimakan dengan bacaan $168.96 \text{ g.mm/m}^2.\text{hari.kPa}$ yang telah dibangunkan oleh saintis lain.

Oksigen merupakan faktor utama yang menyebabkan beberapa perubahan atau kemosrotan pada kualiti makanan seperti pengoksidaan minyak dan lemak, pertumbuhan mikroorganisma, pemerangan enzim dan kehilangan nutrien. Oleh itu, pembangunan filem boleh dimakan yang mempunyai keupayaan untuk menghalang ketelapan terhadap oksigen dapat membantu mengekalkan kualiti dan melanjutkan jangka hayat penyimpanan makanan. Kebanyakan filem boleh dimakan adalah peka terhadap air dan mempunyai ketelapan terhadap wap air yang agak tinggi. Namun sifat hidrofilik filem tersebut menyebabkannya mempunyai kerintangan terhadap bahan tak berkutub seperti aroma dan oksigen.

Filem hidrokoloid yang kering mempunyai kerintangan yang baik terhadap oksigen, tetapi dengan kehadiran wap air, rangkaian makromolekul menjadi lebih mobil dan seterusnya menyebabkan peningkatan ketelapan terhadap oksigen. Filem rumpai laut boleh dimakan dalam kajian ini mempunyai

kadar ketelapan oksigen $19.54 \text{ cm}^3\mu\text{m}/\text{m}^2.\text{hari.kPa}$ yang menunjukkan ciri-ciri rintangan yang agak baik apabila membandingkannya dengan filem daripada gluten gandum ($24.26 - 39.67 \text{ cm}^3\mu\text{m}/\text{m}^2.\text{hari.kPa}$) dan filem berasaskan jagung ($13.0 - 44.9 \text{ cm}^3\mu\text{m} / \text{m}^2.\text{hari.kPa}$) yang telah dibangunkan oleh saintis lain.

Analisis proksimat adalah pembahagian sebatian dalam makanan ke dalam enam kategori berdasarkan sifat kimia sebatian. Enam kategori tersebut adalah lembapan, protein kasar, lemak, serat kasar, abu dan karbohidrat. Komposisi makronutrien berdasarkan 100 g filem rumpai laut boleh dimakan ditunjukkan seperti dalam *Jadual 2*.

Kandungan lembapan dalam filem rumpai laut yang dihasilkan ialah 18.5%. Untuk memperoleh filem yang mempunyai ciri-ciri fizikal dan mekanikal yang baik, kandungan lembapan akhir filem perlu dikawal. Jika kandungan lembapan filem terlalu tinggi, maka filem yang dihasilkan melekit, sukar ditanggalkan daripada acuan dan dikendalikan. Selain itu, filem juga tidak mempunyai kekuatan mekanikal yang mencukupi untuk berfungsi sebagai filem pembungkus. Tetapi jika filem mempunyai kandungan lembapan yang terlalu rendah, maka filem yang dihasilkan adalah kurang fleksibel dan berkemungkinan besar mempunyai kecacatan seperti rekahan.

Daripada 100 g filem yang dikaji, didapati hanya 1 g ataupun 1% terdiri daripada protein manakala 0% ialah lemak. Kajian saintis lain mendapati kandungan protein dalam rumpai laut sejenis ialah 0.73 g/100 g dan lemak <1%. Ini menunjukkan rumpai laut bukan sumber yang kaya dengan protein dan lemak. Maka keputusan daripada analisis ini menyokong kenyataan tersebut.

Filem rumpai laut yang dihasilkan dalam kajian ini mempunyai kandungan serat kasar yang tinggi iaitu sebanyak 25.7%. Ini secara tidak langsung memberi manfaat kepada pengguna kerana semasa filem pembungkus ini dimakan bersama makanan yang terkandung di dalamnya, pengguna telah mengambil serat tambahan selain makanan. Hasil daripada pengambilan makanan yang kaya dengan serat dapat mengurangkan risiko penyakit seperti penyakit jantung, diabetes dan kanser serta mengurangkan masalah obesiti.

Kandungan abu ditentukan dengan proses pengabuan filem pada $550 \text{ }^\circ\text{C}$ sehingga semua karbon telah dibakar.

Baki daripada pengabuan iaitu sebanyak 5.4% ialah abu dan mewakili jujuk tidak organik dalam sampel kajian. Majoriti abu dalam rumpai laut terdiri daripada makromineral termasuk kalium, natrium, kalsium dan magnesium.

Jadual 2. Fakta pemakanan filem boleh dimakan

Protein	1.0 g/100 g
Lemak	0.0 g/100 g
Serat	25.7 g/100 g
Karbohidrat	75.1 g/100 g
Abu	5.4 g/100 g
Tenaga	356 kcal/100 g

Komponen yang paling banyak terdapat dalam filem rumpai laut ialah karbohidrat yang terdiri daripada polisakarida (75.1%) yang telah banyak digunakan dalam pelbagai industri termasuk industri makanan, farmaseutikal, kosmetik, pembuatan cat, kertas dan banyak lagi.

Aplikasi filem sebagai bahan pembungkus makanan

Serbuk perencah sup, sayur-sayuran kering dan bahan-bahan lain untuk mi segera atau serbuk kopi segera biasanya dibungkus dengan aluminium berlapis plastik atau pelbagai filem plastik untuk mengekalkan kualiti. Peket perlu dikoyak terlebih dahulu untuk mengeluarkan kandungannya sebelum dimasak atau dibancuh dengan air panas. Ini bukan sahaja menyukarkan, tetapi juga menyebabkan peket dibuang dan mencemari alam sekitar. Satu penyelesaian kepada masalah ini adalah dengan membungkus produk seumpama itu dengan filem boleh dimakan (*Gambar 3*). Peket ini boleh



Gambar 3. Penggunaan sebagai beg/uncang (kopi segera, perencah mi segera, gula, bijirin sarapan pagi, gula-gula dan keju)

terlarut semasa dimasak atau semasa dibancuh dengan air panas. Ini bukan sahaja tidak perlu membuka paket malahan paket boleh dimakan bersama dengan makanan yang terkandung di dalamnya.

Selain itu, filem ini juga boleh digunakan sebagai pembalut untuk kuih-muih tradisional seperti popia, ketayap dan dodol (*Gambar 4*). Pembalut ini berfungsi untuk memudahkan pengendalian bagi mengelak kuih-muih daripada melekat sesama sendiri.

Makanan sejuk beku segera seperti daging burger, roti canai, roti parata dan sebagainya akan melekat sesama sendiri semasa penyimpanan. Oleh yang demikian, filem ini sesuai digunakan sebagai lapisan pemisah untuk diletakkan antara kepingan produk tersebut (*Gambar 5*). Tambahan



Gambar 4. Penggunaan sebagai pembalut (kuih tradisional, dodol dan kiub perencah)



Gambar 5. Penggunaan sebagai pelapik (makanan sejuk beku seperti daging burger, roti canai/parata segera)

pula, pengendalian menjadi lebih mudah kerana filem ini tidak perlu ditanggalkan sebelum produk dimasak. Filem ini juga boleh digunakan sebagai asas untuk menyediakan logo ataupun lukisan untuk menghias kek dan hasilan bakeri (*Gambar 6*).



Gambar 6. Logo atau lukisan yang boleh dimakan (penghias untuk kek dan hasilan bakeri)

Kesimpulan

Filem boleh dimakan berpotensi untuk menggantikan bahan pembungkus konvensional sedia ada walaupun bukan secara keseluruhannya. Oleh sebab kajian ini masih di peringkat awal, maka usaha perlu ditingkatkan untuk penyelidikan yang lebih mendalam bagi penggunaan pelbagai sumber sebagai bahan asas dalam pembangunan filem boleh dimakan. Kajian kestabilan dan kesesuaian penggunaan filem ini untuk pelbagai jenis makanan juga perlu dilaksanakan dengan lebih meluas lagi. Selain itu, penerimaan pengguna terhadap filem ini juga hendaklah dipertingkatkan dengan bantuan pelbagai pihak termasuk pengeluar makanan dan juga kerajaan dengan menyalurkan maklumat kebaikan penggunaan filem ini. Diharap dengan penggunaan filem boleh dimakan dalam industri pembungkusan makanan, masalah pelupusan sisa pepejal dapat dikurangkan.

Bibliografi

- Adrea, S., Giuliana, G. dan Vittoria, V. (2007). Potential perspectives of biocomposites for food packaging applications. *Trends in Food Science and Technology* 18(2): 84 – 95
- Blanco-Pascual, N., Fernández-Martín, F. dan Montero, P. (2014). Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) myofibrillar protein concentrate for edible packaging films and storage stability. *LWT - Food Science and Technology* 55: 543 – 550
- Brody, A.L. (2005). Commercial uses of active food packaging and modified atmosphere packaging system. Dalam: *Innovation in Food Packaging* (Han, J.H., ed.), m.s. 457 – 474. London: Elsevier Ltd.
- Fabra, M.J., Lopez-Rubio, A. dan Lagaron, J.M. (2015). Effect of the film-processing conditions, relative humidity and ageing on wheat gluten films coated with electrospun polyhydricalkanoate. *Food Hydrocolloids* 44: 292 – 299

- Mantanjun, P. C., Suhaila, M., Noordin, M.M. dan Kharidah, M. (2009). Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Euclima cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal of Applied Phycology* 21(1): 75 – 80
- Rooney, M.L. (2005). Introduction to active food packaging technologies. Dalam: *Innovation in Food Packaging* (Han, J.H., ed.), m.s. 63 – 69. London: Elsevier Ltd.
- Seyhun, G., Ahmet, Y. dan Sacide, A.A. (2008). Development of cellulose acetate based antimicrobial food packaging materials for controlled release of lysozyme. *J. Food Engineering* 90: 453 – 462
- Scully, A. dan Horsham, M. (2005). Emerging packaging technologies for enhanced for preservation. *Food Science and Technology* 20(20): 16 – 19

Ringkasan

Filem pembungkus makanan yang boleh dimakan telah dibangunkan daripada rumpai laut tempatan. Pes rumpai laut dengan bahan-bahan lain telah digunakan untuk menghasilkan filem melalui teknik tuangan. Filem yang dihasilkan adalah lut sinar, boleh diregang, boleh dipateri dan mempunyai sifat asas sebagai filem bagi pembungkusan makanan. Filem ini boleh dijadikan uncang untuk perencah mi segera, serbuk kopi segera, gula dan seumpamanya. Selain itu, filem ini juga sesuai digunakan sebagai pembalut untuk kuih-muih seperti kuih ketayap dan popia. Ia juga boleh digunakan sebagai pelapik di antara makanan untuk menghalangnya daripada melekat sesama sendiri, seperti makanan sejuk beku termasuk daging burger dan roti canai segera. Berbanding dengan filem pembungkus boleh dimakan yang dibangunkan oleh saintis lain yang menggunakan ekstrak rumpai laut iaitu alginat dan karagenan, filem pembungkus yang dibangunkan dalam kajian ini menggunakan rumpai laut terus tanpa perlu diekstrak. Filem yang dibangunkan ini bukan sahaja murah kos pengeluarannya, malah lebih mudah cara pemrosesannya dan menjimatkan masa kerana tanpa perlu proses pengekstrakan yang melibatkan kos lebih tinggi dan masa yang lebih lama.

Summary

Edible food packaging film has been developed from local seaweed. Seaweed pastes mixed with other ingredients have been used to produce the film through a casting technique. Produced film was transparent, stretchable, sealable and has most of the basic properties as a film for food packaging. This film can be used as pouches for seasoning in instant noodles, instant coffee powders, sugar and the like. In addition, this film can also be used as wrappers for traditional cakes such as *kuih ketayap* and *popia* as well as lining between foods to avoid it from sticking to each other, especially for frozen food such as burger patties and instant *roti canai*. Compared with edible packaging films developed using alginate and carrageenan, packaging films developed in this study utilised seaweed directly without any extraction process. The developed film reduced the need to extract the alginate and carrageenan, making material preparation easier and cheaper.

Pengarang

Siah Watt Moey

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

Selangor, Malaysia

E-mel: wmsiah@mardi.gov.my

Aminah Abdullah dan Ishak Ahmad

Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 UKM Bangi, Selangor