

Penyalut dan filem boleh dimakan sebagai alternatif untuk industri pembungkusan makanan: ulasan

(Edible coating and films as alternative for food packaging industry: review)

Siah Watt Moey

Pengenalan

Teknologi pembungkusan makanan berkembang pesat sejajar dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan peradaban manusia. Pelbagai jenis pembungkusan dengan pelbagai bentuk, warna dan fungsinya terus berkembang seiring dengan tuntutan pengguna terhadap pembungkus makanan yang berkualiti, selamat, mudah digunakan serta mempunyai persembahan yang menarik. Namun, setakat ini fokus pembangunan lebih banyak terarah kepada pembungkusan berasaskan bahan sintetik khususnya plastik yang dihasilkan daripada petroleum yang tidak mesra alam.

Usaha untuk membangunkan bahan pembungkus hijau atau mesra alam giat dijalankan untuk memenuhi permintaan yang kian meningkat daripada pengguna yang semakin prihatin terhadap pemuliharaan alam sekitar yang terganggu dengan pelbagai jenis pencemaran. Sejak kebelakangan ini, industri bahan pembungkus telah memperkenalkan bahan plastik boleh terbiodegradasi, berdasarkan unjuran bahawa pengguna dan peraturan kitar semula akan memacu permintaan untuk pembungkus mesra alam pada masa hadapan. Rantaian pasar raya seperti AEON Jusco, Tesco dan Mydin juga telah mengambil inisiatif dengan mendahului perubahan menerusi penggunaan beg plastik berasaskan polimer boleh terurai.

Kajian terhadap penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan untuk melanjutkan tempoh penyimpanan makanan telah menarik perhatian para penyelidik sejak kebelakangan ini. Penggunaan bahan pembungkus boleh dimakan juga dapat membantu mengurangkan jumlah bahan pembungkus makanan daripada sumber-sumber yang tidak boleh diperbaharui dan tidak mesra alam. Pada tahun 2013, *WikiPearls* iaitu bebola ais krim yang diselaputi dengan penyalut boleh dimakan telah dikomersialkan di Amerika Syarikat dan Perancis. Manakala Ooho pula ialah jenama bebola air di mana *sodium alginate* telah digunakan sebagai selaput untuk menampung air minuman.

Penyalut dan filem pembungkus boleh dimakan

Penyalut dan filem pembungkus boleh dimakan adalah lapisan nipis yang dibangunkan daripada bahan yang boleh dimakan untuk bertindak sebagai penghalang kepada unsur-unsur luar seperti kelembapan, minyak dan wap air. Contohnya

lilin untuk buah-buahan dan sayur-sayuran, syelek sebagai penyalut pada gula-gula konfeksi dan kekacang, sarung semula jadi untuk produk daging dan kapsul gelatin untuk industri farmaseutikal. Manfaat utama penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan adalah ia selamat dimakan bersama-sama dengan makanan, seterusnya menyumbangkan nutrien tambahan serta meningkatkan ciri-ciri deria dan mengurangkan pencemaran alam sekitar.

Penyalut dan filem boleh dimakan mempunyai potensi untuk menggantikan pembungkus konvensional walaupun bukan secara keseluruhannya. Ia berfungsi mengekalkan kualiti makanan dengan melindungi makanan daripada kerosakan fizikal, biologikal dan kimia seperti proses pengoksidaan, penyerapan atau penyejatan lembapan, pembiakan mikroorganisma dan tindak balas kimia lain. Selain itu, penyalut dan filem boleh dimakan bersifat rintang terhadap gas, minyak dan wap air, serta boleh bertindak sebagai pembawa bahan aktif seperti antipengoksida, antimikrobial, pewarna dan perisa. Oleh yang demikian, penyalut dan filem boleh dimakan bertindak memelihara kualiti, melanjutkan tempoh penyimpanan dan menjamin keselamatan makanan.

Sejarah penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan

Konsep penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan sebagai lapisan pelindung untuk makanan bukanlah satu teknologi atau penemuan yang baharu. Lilin telah lama digunakan untuk menyalut buah-buahan dan sayur-sayuran bagi mengatasi masalah kerosakan fisiologi, mikrobiologi dan juga mengawal pertukaran gas. Sejak abad ke-12 lagi, penyalutan buah oren dan lemon dengan menggunakan lilin telah dipraktikkan di China. Walau bagaimanapun, ketika itu mereka tidak memahami fungsi lilin, tetapi mereka mendapati bahawa buah-buahan yang disalut dengan lilin boleh disimpan untuk tempoh lebih lama. Pada abad ke-19 pula, sukrosa telah digunakan untuk menyalut kekacang seperti badam dan kacang hazel supaya proses pengoksidaan dan ketengikan dapat diperlahankan semasa penyimpanan. Pada tahun 1930-an, parafin telah digunakan secara komersial untuk menyalut buah epal dan pir, manakala pada 1950-an, emulsi lilin karnauba telah dibangunkan untuk menyalut buah-buahan dan sayur-sayuran segar bagi memperbaiki penampilan seperti kekilauan dan warna yang lebih menarik, berfungsi sebagai perencat pertumbuhan kulat, menghalang kehilangan air, mengawal kadar keranuman buah-buahan serta mengelakkan buah menjadi lembut dengan cepat.

Usus haiwan dan selulosa pula telah digunakan untuk pembungkusan hasil daging sejak berabad yang lalu. Paten untuk penyalut dan filem boleh dimakan yang melanjutkan tempoh penyimpanan makanan telah difailkan pada tahun 1950 yang terdiri daripada penyalut dan filem untuk daging beku,

ayam dan makanan laut menggunakan bahan biopolimer seperti alginat, lemak, gam dan kanji. Kini, kebanyakan penyalut dan filem boleh dimakan dihasilkan terutamanya daripada biopolimer dan aditif gred makanan. Kebanyakan biopolimer ini wujud secara semula jadi, termasuk protein, polisakarida dan lipid.

Kegunaan umum filem boleh dimakan

Tujuan penggunaan filem boleh dimakan bukanlah untuk menggantikan bahan pembungkus konvensional yang sedia ada, tetapi sebagai alternatif tambahan dalam usaha untuk memelihara kualiti dan keselamatan makanan. Walau bagaimanapun, penggunaan filem ini secara tidak langsung telah membantu mengurangkan jumlah penggunaan bahan pembungkus berasaskan petroleum yang menyebabkan masalah pelupusan.

Jadual 1 menyenaraikan penggunaan serta fungsi penyalut dan filem boleh dimakan untuk beberapa jenis makanan. Pembungkusan berfungsi menghalang penghidratan air daripada permukaan makanan seperti daging, buah-buahan dan sayur-sayuran serta produk sejuk beku. Selain itu, pembungkusan juga melambatkan penyerapan wap air daripada persekitaran luar makanan yang menyebabkan penggugusan partikel pada produk berbentuk serbuk dan juga hilang kerangupan pada makanan seperti biskut. Penyalut dan filem boleh dimakan juga berfungsi menghalang ketelapan gas seperti oksigen, karbon dioksida dan etilena yang boleh mengawal tahap keranuman buah-buahan dengan lebih baik dan juga mengurangkan proses pengoksidaan pada makanan yang sensitif terhadap oksigen serta melambatkan pembentukan bau tengik.

Jadual 1. Potensi penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan dalam makanan

Produk	Fungsi kritikal pembungkus	Fungsi tambahan	Bahan pembungkus
Daging segar	1. Menghalang lembapan 2. Tahan suhu panas	1. Mengurangkan pengoksidaan 2. Menghalang lembapan	Pelbagai jenis filem/ salutan aktif dengan penambahan agen antipengoksida
Piza	1. Menghalang pergerakan oksigen dan karbon dioksida 2. Tahan suhu panas	1. Mengurangkan pergerakan lembapan 2. Mengelakkan dasar piza menjadi lembik	Filem boleh dimakan daripada alginat dan pektin dilapik antara dasar dan topping
Buah-buahan dan sayur-sayuran		1. Menghalang lembapan 2. Menghalang pertumbuhan mikroorganisma 3. Menghalang pengoksidaan	Filem/ salutan gluten gandum, pektin dan lilin
Produk sejuk beku		1. Menghalang kehilangan lembapan	Pelbagai jenis filem/ salutan

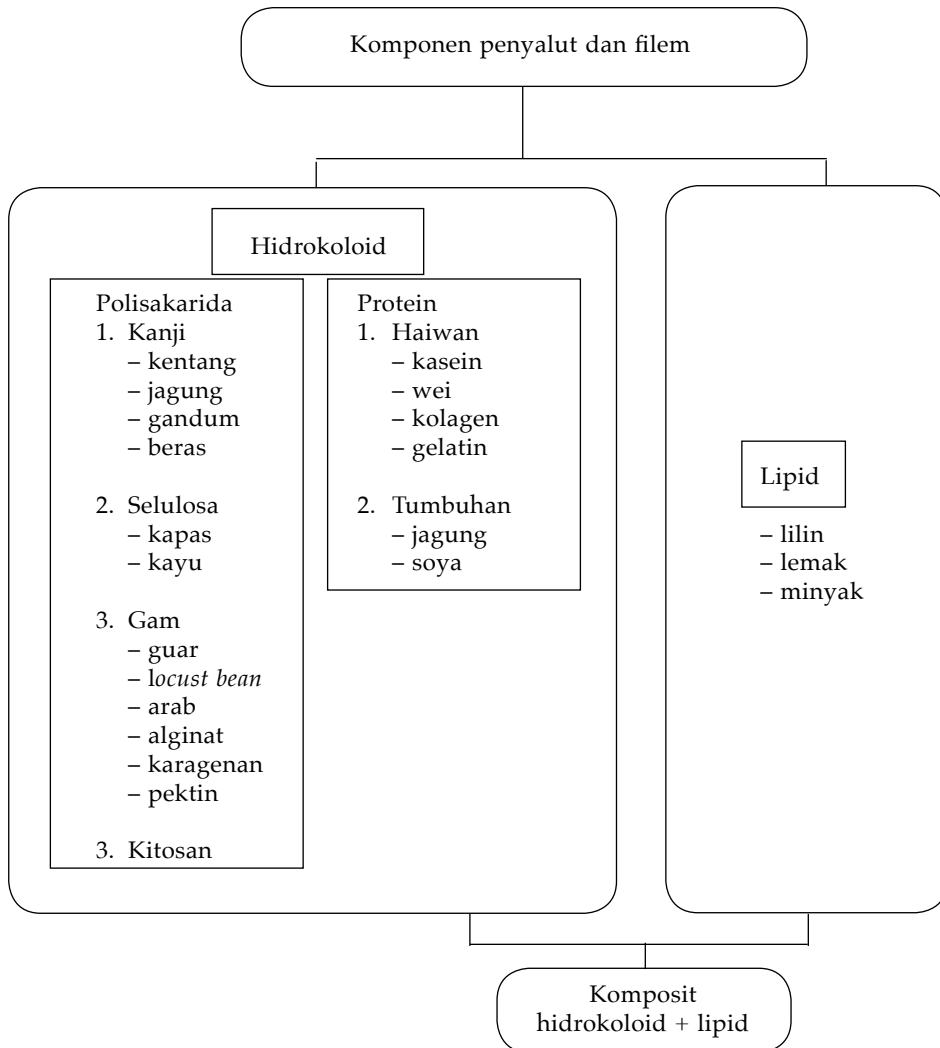
Aroma memainkan peranan yang penting dalam menarik minat pengguna terhadap sesuatu makanan. Oleh itu, adalah penting untuk mengekalkan aroma pada makanan khususnya jenis makanan yang mempunyai aroma yang unik. Penyalut dan filem boleh dimakan berupaya mengekalkan sebatian aroma dalam makanan dengan mengehadkan pergerakan wap organik melalui lapisan filem. Selain itu, pergerakan air dalam makanan seperti pai dan piza yang mempunyai dua fasa berlainan iaitu kulit yang lebih kering dan *topping* yang lebih lembap harus disekat untuk mengelakkan kulit menjadi lembik dan seterusnya menjejaskan nilai rasanya. Dalam situasi ini, penyalut dan filem boleh dimakan dibentuk antara kedua-dua fasa makanan untuk mengelak pergerakan air.

Penyalut dan filem yang mempunyai bahan tambah seperti agen antipengoksida dan antimikrob bertindak dengan aktif untuk menghalang unsur-unsur yang boleh menjejaskan kualiti makanan seperti oksigen dan mikroorganisma. Filem boleh dimakan juga berupaya menghalang penembusan cahaya ultralembayung yang menjejaskan kualiti makanan yang terkandung di dalamnya. Untuk itu, pigmen atau aditif penyerap cahaya perlu ditambah ke dalam penyalut dan filem tersebut.

Komponen bahan asas untuk pemprosesan penyalut dan filem boleh dimakan

Formulasi untuk penyalut dan filem boleh dimakan mestilah terdiri daripada sekurang-kurangnya satu komponen yang dapat membentuk matriks yang padu dan berterusan. Biopolimer daripada tumbuhan dan haiwan merupakan sumber yang lestari untuk menghasilkan penyalut dan filem boleh dimakan. Biopolimer tersebut boleh diklasifikasikan kepada tiga kategori utama iaitu hidrokoloid (polisakarida dan protein), lipid dan komposit terdiri daripada hidrokoloid dan lipid (*Rajah 1*). Penyalut dan filem yang baik mestilah bersifat fleksibel, elastik, mempunyai permukaan yang licin, kuat dan tidak rapuh ketika pengendalian dan penyimpanan. Oleh itu, bahan pempplastik, agen penstabil dan aditif lain perlu ditambah pada formulasi larutan pembentuk penyalut dan filem untuk menghasilkan produk yang baik.

Bahan yang paling banyak digunakan untuk pembuatan penyalut dan filem boleh dimakan adalah kumpulan hidrokoloid yang terdiri daripada polisakarida dan protein. Polisakarida seperti agar, alginat, karagenan, terbitan selulosa, kitosan, gam, pektin dan kanji mempunyai ciri-ciri yang baik untuk membentuk filem. Penyalut dan filem yang terbentuk daripada sebatian hidrofilik ini memberikan sifat menghalang yang baik terhadap ketelapan gas oksigen dan tahan terhadap minyak dan lemak kerana sifat polarnya, tetapi lemah untuk menghalang kelembapan.



Rajah 1. Komponen untuk penghasilan penyalut dan filem boleh dimakan

Penyalut dan filem yang dihasilkan daripada protein telah banyak dikaji. Antaranya termasuklah filem yang dihasilkan daripada kolagen, zein, gluten gandum, ovalbumin, kacang soya dan kasein susu. Penyalut dan filem kolagen atau gelatin digunakan secara komersial untuk produk berkelembapan rendah atau ramuan makanan dalam bentuk fasa minyak dan industri farmaseutikal sebagai kapsul ubat. Ciri-ciri mekanikal dan keupayaan untuk menghalang ketelapan secara umumnya adalah lebih baik berbanding dengan filem yang dihasilkan daripada polisakarida. Ini disebabkan oleh protein mempunyai struktur lebih kompleks yang berupaya membentuk jaringan lebih kuat berbanding dengan polisakarida yang terdiri daripada monomer yang ikatannya adalah lebih lemah. Pembentukan penyalut dan filem boleh dimakan yang mempunyai ciri-ciri dikehendaki

bergantung pada pelbagai rawatan sama ada secara fizikal, kimia atau enzim untuk mengubah suai sifat protein yang digunakan, antaranya termasuklah rawatan haba. Kajian telah menunjukkan kelebihan rawatan haba untuk menggalakkan pembukaan lipatan protein dan pembentukan ikatan silang secara intramolekul dan intermolekul. Secara umum, rawatan haba cenderung untuk meningkatkan kekuatan tegangan dan mengurangkan keterlarutan dalam air serta kebolehtelapan wap air. Peningkatan ikatan silang juga boleh dilakukan dengan menggunakan enzim seperti *transglutaminase*.

Sebatian lipid seperti asid lemak, trigliserida dan lilin telah digunakan untuk menghasilkan penyalut dan filem boleh dimakan untuk mengurangkan kehilangan air dari permukaan makanan kerana bahan tersebut tidak berkutub dan bersifat hidrofobik. Lilin dan lemak khususnya adalah penghalang kehilangan lembapan yang sangat baik dan pada masa yang sama berupaya memperbaiki penampilan produk makanan kerana sifat kekilaumannya. Walaupun penyalut dan filem yang dihasilkan daripada kategori sebatian lipid mempunyai sifat menghalang kelembapan yang baik, tetapi kestabilan filem ini menjadi satu aspek yang perlu dipertimbangkan terutamanya dari segi proses pengoksidaan yang mungkin berlaku pada penyalut dan filem itu sendiri dan seterusnya mempengaruhi sifatnya seperti kelegapan dan rasa yang tengik dan berlilin.

Hidrokoloid memberi kekuatan untuk struktur penyalut dan filem yang terbentuk, manakala lipid yang bersifat hidrofobik pula berperanan menghalang kehilangan lembapan daripada makanan. Oleh yang demikian, gabungan hidrokoloid dan lipid sebagai komposit dapat menghasilkan penyalut dan filem yang mempunyai ciri-ciri fizikal dan mekanikal yang lebih baik.

Kaedah penghasilan filem boleh dimakan

Penyalut dan filem boleh dimakan dihasilkan melalui dua kaedah iaitu proses kering dan proses basah. Pada lazimnya, proses penghasilan filem secara kering adalah melalui kaedah penyemperitan yang melibatkan penggunaan mesin seperti *Twin Screws Extruder* yang harganya adalah mahal. Oleh yang demikian, proses basah menjadi pilihan utama kerana boleh membentuk lapisan penyalut pada produk makanan dengan cara mencelup, menyapu atau menyembur dan juga penghasilan kepingan filem melalui kaedah tuangan. Antara proses basah yang sering digunakan adalah kaedah tuangan larutan pembentuk filem ke dalam acuan di mana biopolimer terlebih dahulu diserak atau dicairkan ke dalam fasa cecair dan kemudian dikeringkan.

Proses pembentukan lapisan penyalut dan filem adalah satu fenomena pembentukan gel disebabkan perlakuan suhu, sehingga terbentuknya matriks atau jaringan. Larutan yang terdiri daripada campuran polimer, bahan pemplastik dan aditif

akan membentuk filem melalui beberapa fasa. Apabila larutan biopolimer dituang ke atas permukaan acuan, daya lekitan akan membentuk ikatan antara molekul polimer. Peningkatan daya lekitan antara molekul ini menyebabkan bahan polimer tersebut bergabung dan membentuk satu lapisan yang berterusan. Semasa proses penyejatan air, pengegelan juga turut berlaku secara berterusan menjadikan rantaian biopolimer tersusun secara rapat. Apabila daya lekitan yang terbentuk antara molekul polimer mencukupi dan proses penyejatan air berlaku dengan lengkap, maka rantai polimer adalah terjajar dan membentuk filem. Secara umumnya, prinsip pembentukan penyalut dan filem boleh dimakan kaedah basah akan melalui beberapa fasa seperti yang berikut:

1. Penyerakan

Bahan asas seperti hidrokoloid dan lipid diserakkan atau dilarutkan ke dalam fasa cecair ataupun pelarut seperti air.

2. Pemanasan larutan pembentuk penyalut dan filem

Larutan pembentuk penyalut dan filem yang terdiri daripada biopolimer, bahan pemplastik dan aditif lain dipanaskan bertujuan untuk membentuk gel yang sempurna dan filem yang terbentuk adalah homogen dan kuat. Pengelatinan merupakan proses pembentukan gel disebabkan penghidratan wap air daripada larutan pembentuk penyalut dan filem yang dipanaskan sehingga suhu pengelatinannya. Tanpa proses pemanasan, ikatan intermolekul yang terbentuk dalam polimer sangat lemah dan filem yang terbentuk adalah rapuh dan tidak fleksibel.

3. Pengeringan

Pengeringan dilakukan untuk meruapkan pelarut biopolimer dan seterusnya membentuk filem. Suhu yang digunakan akan mempengaruhi tempoh pengeringan, ketebalan dan warna filem.

Kelebihan dan kelemahan penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan

Penyalut dan filem boleh dimakan mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan bahan sintetik yang tidak boleh dimakan. Antaranya:

1. Penyalut dan filem boleh dimakan dapat dimakan bersama makanan yang dibungkus dan tidak menimbulkan masalah pelupusan sisa pepejal dan secara tidak langsung melindungi alam sekitar.
2. Jika filem tersebut tidak dimakan dan sebaliknya dibuang, ia mudah terurai dan tidak mendatangkan sebarang impak negatif terhadap alam sekitar, malahan hasil uraiannya boleh menjadi baja.
3. Penyalut dan filem boleh dimakan dapat membekalkan nutrien tambahan kepada pengguna kerana dihasilkan daripada polisakarida, protein dan lipid yang merupakan sumber daripada tumbuhan dan haiwan.

4. Nutrien tambahan seperti vitamin dan mineral boleh ditambah terus ke dalam formulasi penyalut dan filem untuk memperbaiki diet.
5. Penyalut dan filem boleh dimakan sebagai mikroenkapsulasi untuk aroma makanan dan memperbaiki sifat sensori makanan seperti warna, bau dan rasa dengan menambah agen pewarna, pewangi dan juga perasa ke dalam formulasi.
6. Formulasi penyalut dan filem boleh ditambah dengan bahan pengawet seperti antimikrob dan antipengoksida untuk mengekalkan kualiti makanan dan melanjutkan tempoh penyimpanannya.

Penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan memberi banyak kebaikan kepada pengguna, pengeluar makanan dan memberi impak besar terhadap pemuliharaan alam sekitar. Walau bagaimanapun, masih terdapat beberapa kelemahan yang perlu diatasi. Antaranya:

1. Penyalut dan filem boleh dimakan tidak dapat digunakan secara sendirian untuk membungkus makanan kerana kemungkinan berlaku kontaminasi semasa pengendalian, pengedaran dan pemasaran. Dalam situasi ini, pembungkus sekunder perlu digunakan untuk menjaga kebersihannya.
2. Pada ketika ini, kos pengeluaran penyalut dan filem boleh dimakan adalah lebih mahal berbanding dengan harga untuk bahan pembungkus plastik yang sedia ada. Walau bagaimanapun, dengan kelebihan yang ada pada penyalut dan filem boleh dimakan terutamanya dari segi pemuliharaan alam sekitar, maka penambahan kos yang berlaku boleh dijustifikasi dan diterima. Tambahan pula, dengan penyelidikan yang lebih giat dalam teknologi penghasilan filem boleh dimakan, dipercayai kos pengeluaran dapat dikurangkan dengan perkembangan dan bantuan teknologi yang lebih canggih.
3. Penyalut dan filem boleh dimakan mempunyai sifat fizikal dan mekanikal yang lebih lemah berbanding dengan bahan plastik. Maka perlindungan yang diberikan pada makanan adalah kurang dan makanan lebih mudah mengalami kerosakan.
4. Penyalut dan filem boleh dimakan diperbuat daripada sumber semula jadi iaitu tumbuhan dan haiwan, maka penurunan kualiti dan kerosakan juga boleh berlaku terutamanya filem berasaskan lipid yang boleh berlaku proses pengoksidaan dan menyebabkan rasa dan bau yang tidak menyenangkan.

Kesimpulan

Penyalut dan filem boleh dimakan mempunyai potensi untuk menggantikan bahan pembungkus konvensional walaupun bukan secara keseluruhannya. Penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan sebagai bahan pembungkus makanan yang selamat dimakan oleh manusia telah banyak dikaji oleh para saintis sejak beberapa dekad yang lalu. Sejumlah besar wang telah dilaburkan dalam penyelidikan teknologi pembungkusan dan fokus utama bidang kajian ini adalah lebih ke arah mengeksplorasi sumber-sumber alam yang lestari dan belum digunakan termasuklah sumber pertanian dan hasil marin. Industri pembungkusan makanan perlu memahami interaksi antara makanan, pembungkus dan alam sekitar untuk menghasilkan pembungkus makanan yang lebih cekap. Pembangunan bahan pembungkus yang boleh dimakan dan mesra alam untuk menggantikan sebahagian polimer berasaskan petrokimia boleh memberi manfaat kepada kedua-dua pihak pengeluaran dan pengguna.

Bibliografi

- Attila, E.P. dan Williams, O. (2009). Edible films and coatings: why, what, and how? Dalam: *Edible Films and Coatings for Food Applications*, (Milda, E.E. dan Kerry, C.H., ed.), m.s. 1 – 24. London: Springer
- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: Characteristics and properties. *International Food Research Journal* 15(3): 237 – 248
- Bourtoom, T. (2009). Edible protein films: Properties enhancement. *International Food Research Journal* 16: 1 – 9
- 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.
- Campos, C.A., Gerschenson, L.N. dan Flores, S.K. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food Bioprocess Tech.* 4: 849 – 875
- Carvalho, R.A. dan Grosso, C.R.F. (2004). Characterization of gelatin based films modified with transglutaminase, glyoxal and formaldehyde. *Food Hydrocolloids* 18: 717 – 726
- Debeaufort, F. dan Andree, V. (2009). Lipid based edible films and coatings. Dalam: *Edible Films and Coatings for Food Applications*, (Milda, E.E. dan Kerry, C.H., ed.), m.s. 135 – 168. London: Springer
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A. dan Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: Tomorrow's packagings. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 38: 299 – 313
- Guilbert, S. dan Gontard, N. (1995). Edible and biodegradable food packaging. Dalam: *Foods and Packaging Materials-Chemical Interactions*, (Ackermann, P., Jägerstad, M. dan Ohlsson, T., ed.), m.s. 159 – 168. Cambridge: R. Soc. Chem.
- Kester, J.J. dan Fennema, O. (1986). Edible films and coatings: A Review. *Food Technology* 40: 47 – 59
- Krochta, J.M. (2002). Protein as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. Dalam: *Protein-based films and coating*, (Gennadios, A., ed.), m.s. 1 –39. New York: CRC Press
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A. dan Nisperos-Carriedo, M.O. (1994). *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. Lancaster: Technomic Public. Co. Inc.
- Krochta, J.M. dan De Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol.* 51: 61 – 72

- Macquarrie, R., Schupp, K. dan Taylor, P. (2004). Containing konjac and/or gellan gum; overcoming thermo-reversibility of carrageenan gel; nondisintegrating when exposed to hot or boiling water. *US Patent* 6730340 B1
- Neito, M.B. (2009). Structure and function of polysaccharides gum-based edible films and coatings. Dalam: *Edible films and coatings for food applications*, (Milda, E.E. dan Kerry, C.H. ed.), m.s. 57 – 112. London: Springer
- Peressini, D., Bravin, B. dan Sensidoni, A. (2004). Tensile properties, water vapour permeabilities and solubilities of starch-methylcellulose-based edible films. *Italian Journal of Food Science* 16: 5 – 16
- Perez-Gago, M.B. dan Krochta, J.M. (2001). Denaturation time and temperature effects on solubility, tensile properties, and oxygen permeability of whey protein edible films. *Journal of Food Science* 66(5): 705 – 710
- Ray, S.S. (2013). *Environmentally Friendly Polymers Nanocomposites*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Valencia-Chamorro, S.A., Palou, L., Delrio, M.A. dan Perez-Gago, M.B. (2011). Performance of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)-lipid edible coatings with antifungal food additives during cold storage of 'Clemenules' mandarins. *LWT - Food Science and Technology* 44: 2342 – 2348
- Van Tuil, R., Fowler, P., Lawther, M. dan Weber, C.J. (2000). Properties of biobased packaging materials. Dalam: *Biobased packaging materials for food industry: status and perspective*, (Weber, C.J., ed.), m.s. 13 – 44. Copenhagen: The Royal Veterinary and Agricultural University
- Varela, P. dan Fiszman, S.M. (2011). Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloids* 25: 1801 – 1812
- Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., McClements, D.J. dan Gonzal-Martinez, C. (2008). Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruit. *Crit. Rev. Food Sci. Nut.* 48: 496 – 511
- Waks, J.M., Schiffman-Nadel, M., Lomaniec, E. dan Chalut, Z.E. (1985). Relation between fruit waxing and development of rots in citrus fruit during storage. *Plant Disease* 69: 869 – 870
- Yoshida, C.M.P. dan Antunes, A.J. (2004). Characterization of whey protein emulsion film. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 21(2): 247 – 252

Ringkasan

Penyalut dan filem pembungkus boleh dimakan adalah lapisan nipis yang dibangunkan daripada bahan yang boleh dimakan untuk bertindak sebagai penghalang kepada unsur-unsur luar untuk melindungi produk serta memanjangkan tempoh penyimpanan makanan. Penyalut dan filem boleh dimakan menjadi satu alternatif sebagai bahan pembungkus untuk makanan selain daripada bahan pembungkus sedia ada yang berasaskan petroleum. Ia boleh diperbuat daripada bahan-bahan mentah yang berasal daripada sumber-sumber tumbuhan atau haiwan seperti polisakarida, protein dan lipid. Proses yang biasa digunakan untuk menghasilkan penyalut dan filem boleh dimakan adalah melalui proses basah iaitu dengan kaedah tuangan, semburan serta celupan, dan proses kering iaitu kaedah penyemperitan. Walaupun penggunaan penyalut dan filem boleh dimakan dapat memberikan banyak faedah, namun kajian lanjut perlu dijalankan bagi tujuan memperbaiki sifat mekanikal dan proses pengeluaran pada skala lebih besar untuk mengurangkan kos sebelum boleh digunakan secara meluas.

Summary

Edible coatings and films are thin layers produce from edible materials to act as a barrier to external elements in order to protect the product and subsequently extend the shelf life of the food. Edible coatings and films offer as an alternative choices to petroleum based packaging materials. It can be made from raw materials derived from agricultural or marine sources such as polysaccharides, proteins and lipids. The process commonly used to produce edible coating and films are wet process i.e. solvent casting, spraying and dipping; and dry process i.e. extrusion method. While the use of edible coatings and films can provide many benefits, further research to improve the mechanical properties and production processes on a larger scale to reduce the cost of the material should be carried out before it can be widely used.

Pengarang

Siah Watt Moey
Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan,
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM,
43400 Serdang, Selangor
E-mel: wmsiah@mardi.gov.my