

Bahan pembungkus makanan aktif

(Active food packaging materials)

Siah Watt Moey, Aminah Abdullah dan Ishak Ahmad

Pengenalan

Makanan mengalami kemerosotan kualiti atau kerosakan secara fizikal, kimia atau mikrobiologi semasa penyimpanan, pengedaran dan pemasaran. Kestabilan makanan bergantung kepada perubahan komponen yang membentuk makanan seperti protein, lipid, karbohidrat serta air dan dipengaruhi oleh alam sekitar dan teknik pemprosesan. Pemilihan cara pembungkusan yang bersesuaian juga boleh menghalang atau melambatkan proses kerosakan makanan. Seiring dengan peningkatan kesedaran pengguna tentang penyakit bawaan makanan, penyelidikan terhadap filem aktif boleh dimakan semakin mendapat perhatian. Pembungkusan aktif berfungsi bukan sekadar menampung dan melindungi makanan daripada kerosakan sahaja, malah bertindak secara proaktif untuk menghalang atau melambatkan proses kerosakan.

Antara jenis pembungkusan aktif ialah pembungkus antimikrob, antipengoksidaan dan antipemerangan. Pembungkus antimikrob berfungsi merencat pertumbuhan mikroorganisma perosak makanan terutamanya di permukaan makanan. Pembungkus antipengoksidaan bertindak menghalang atau melambatkan proses pengoksidaan terutamanya pada makanan berminyak, manakala pembungkus antipemerangan bertindak menghalang proses pemerangan terutamanya untuk buah-buahan dan sayur-sayuran siap dipotong atau lebih dikenali sebagai produk proses minimum.

Filem aktif antimikrob

Asas pemilihan makanan bukan sahaja bergantung pada rasanya yang sedap, malah kesan pengambilan makanan yang dipilih terhadap kesihatan dan keselamatan diri pengguna menjadi pertimbangan utama. Pengguna masa kini lebih cenderung ke arah pengambilan makanan semula jadi, asli, berkhasiat dan bersih. Dalam konteks ini, makanan haruslah dipersembahkan dengan cara yang menarik tanpa melalui banyak langkah pemprosesan yang boleh menjejaskan khasiat semula jadi makanan tersebut. Selain itu, makanan juga harus boleh disimpan untuk satu tempoh tertentu walaupun tanpa penambahan bahan pengawet sintetik yang dipercayai membahayakan kesihatan. Perubahan permintaan yang mencabar ini perlu diterima oleh pengeluar makanan dan satu pengubahsuaian serta pembaharuan harus dilakukan.

Kaedah pembungkusan makanan menggunakan filem antimikrob merupakan alternatif kepada bahan pembungkus yang sedia ada dan merupakan satu pembaharuan dalam industri makanan yang berpotensi untuk diaplikasikan secara meluas. Pelbagai jenis agen antimikrob boleh dimasukkan ke dalam larutan pembentuk filem termasuk produk semula jadi seperti ekstrak tumbuhan, enzim, bakteriosin dan asid organik.

Ekstrak tumbuhan sebagai agen antimikrob

Sejak zaman dahulu, ekstrak tumbuhan telah dikenal pasti sifat antimikrobnya yang berupaya merencat pertumbuhan dan pembiakan mikroorganisma. Hasil kajian yang dilaporkan dalam buku ilmiah dan jurnal telah memberi liputan terperinci tentang manfaat kesihatan hasil ekstrak dan minyak pati tumbuhan yang berbeza di seluruh dunia. Aktiviti antimikrob ekstrak dan minyak pati tumbuhan mempunyai nilai komersial yang tinggi dan banyak diaplikasikan dalam industri makanan dan farmaseutikal serta menjadi bahan dalam perubatan alternatif dan terapi semula jadi. Ekstrak tumbuhan mengandungi jujuk-jujuk seperti sebatian fenolik, polifenol, terpenoid, kuinon, flavonoid, tannin, alkaloid, lesitin, polipeptida dan minyak pati yang bersifat antimikrob.

Minyak pati hasil pengekstrakan tumbuh-tumbuhan diiktiraf sebagai selamat (*Generally Recognized As Safe* GRAS) untuk digunakan sebagai aditif makanan. Kajian menggunakan minyak pati secara semburan atau celupan pada makanan untuk menghalang atau melambatkan kerosakan disebabkan mikroflora permukaan telah giat dijalankan. Hasil kajian secara *in vitro* menunjukkan bahawa minyak pati sangat berkesan untuk merencat pertumbuhan mikroorganisma perosak makanan. Walau bagaimanapun, kesan yang sama dalam produk makanan hanya tercapai apabila minyak pati dengan kepekatan yang tinggi digunakan. Keadaan ini berlaku kerana minyak pati yang terdapat di permukaan makanan akan meresap masuk ke dalam makanan serta terikat dengan komponen dalam makanan dan menyebabkan sifat antimikrobnya ternyahaktif. Alternatif terbaik untuk membolehkan minyak pati dapat berfungsi dengan baik dan berkesan adalah dengan mencampurkannya ke dalam filem pembungkus yang bertindak sebagai pembawa antimikrobial ke permukaan makanan.

Pembangunan filem aktif boleh dimakan

Di bawah Program Transformasi Ekonomi (ETP), rumpai laut telah dikenal pasti sebagai komoditi yang berpotensi untuk menjadi sumber ekonomi negara. Selain aktiviti di peringkat hulu seperti pengkulturan rumpai laut yang giat dijalankan terutamanya di perairan negeri Sabah, aktiviti di peringkat hiliran juga harus dijalankan untuk menyokong perkembangan industri rumpai laut negara ini.

Pembangunan filem boleh dimakan berasaskan rumpai laut untuk aplikasi dalam pembungkusan produk makanan adalah salah satu kaedah untuk mempelbagaikan penggunaan dan menambah nilai rumpai laut. Walaupun minyak pati kayu manis mempunyai banyak kebaikan dan telah digunakan dalam formulasi makanan, namun penggunaannya dalam filem boleh dimakan masih menjadi cabaran kerana sifat pengewapan dan aroma yang kuat boleh menjejaskan fungsi, nilai sensori dan penerimaannya oleh pengguna. Dalam usaha untuk membangunkan biofilem baru yang boleh dimakan dan mesra alam untuk digunakan sebagai bahan pembungkus aktif, kajian ini melaporkan penghasilan filem aktif antimikrob daripada rumpai laut dan minyak pati kayu manis (*Cinnamomum zeylanicum*) sebagai agen antimikrob.

Rumpai laut merah, *Kappaphycus alvarezii* telah digunakan untuk pembangunan filem boleh dimakan dalam kajian ini. 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. Rumpai laut bersih direndam dan seterusnya dikisar untuk menghasilkan pes. Filem rumpai laut diproses mengikut langkah-langkah seperti yang diterangkan dalam paten yang telah difailkan bertajuk 'Biodegradable Film From Seaweed And Process For Producing The Same (PI2013003883)'. Untuk menghasilkan filem aktif, minyak pati kayu manis (MPKM) yang diperolehi dari MARDI Kuala Linggi dimasukkan ke dalam formulasi larutan pembentuk filem dengan kepekatan 0, 1, 2, 3, 4 dan 5% berdasarkan berat pes rumpai laut. Filem aktif disediakan mengikut kaedah tuangan dengan menuang larutan pembentuk filem ke dalam acuan yang difabrikasi khas. Selepas dikeringkan, filem yang terbentuk ditanggalkan daripada acuan sebelum penentuan aktiviti antimikrob melalui kaedah ujian resapan cakera dapat dijalankan.

Kesan minyak pati kayu manis terhadap aktiviti antimikrob filem

Kajian antimikrob yang dijalankan adalah untuk melihat kesan langsung kepekatan MPKM dalam filem terhadap bakteria *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, kulat *Aspergillus flavus* dan yis *Saccharomyces cerevisiae*. Aktiviti antimikrob filem aktif dengan kepekatan MPKM pada 1, 2, 3, 4 dan 5% berdasarkan berat pes rumpai laut dibandingkan dengan filem kawalan iaitu tanpa MPKM (0%). Hasil ujian resapan cakera ditunjukkan seperti dalam *Jadual 1*. Keputusan menunjukkan bahawa kesemua filem aktif yang dibangunkan mempunyai aktiviti antimikrob dengan zon perencatan minimum dikesan ialah 8.0 mm dan maksimum ialah 14.33 mm (*Gambar 1*). Secara umum, diameter zon perencatan semakin besar dengan meningkatnya kepekatan MPKM dalam formulasi filem. Hasil kajian menunjukkan zon

Jadual 1. Kesan kepekatan minyak pati kayu manis terhadap zon perencatan

Mikroorganisma	Zon perencatan ^A (mm)					
	Kepekatan minyak pati kayu manis					
	0%	1%	2%	3%	4%	5%
<i>B. cereus</i>	0.0 ± 0.0 ^d (-)	8.33 ± 0.58 ^c (+)	10.00 ± 1.08 ^b (+)	12.00 ± 1.00 ^a (+)	12.00 ± 1.00 ^a (+)	12.33 ± 0.58 ^a (+)
<i>S. aureus</i>	0.0 ± 0.0 ^c (-)	9.00 ± 1.00 ^b (+)	10.00 ± 1.00 ^b (+)	12.00 ± 1.00 ^a (+)	12.33 ± 0.58 ^a (+)	13.00 ± 1.00 ^a (+)
<i>E. coli</i>	0.0 ± 0.0 ^c (-)	8.00 ± 1.00 ^b (+)	9.00 ± 1.00 ^b (+)	11.00 ± 1.00 ^a (+)	11.33 ± 0.58 ^a (+)	12.00 ± 1.00 ^a (+)
<i>S. typhimurium</i>	0.0 ± 0.0 ^d (-)	8.00 ± 1.00 ^c (+)	8.67 ± 0.58 ^b (+)	9.67 ± 0.58 ^b (+)	11.00 ± 1.00 ^a (+)	11.33 ± 0.58 ^a (+)
<i>A. flavus</i>	0.0 ± 0.0 ^d (-)	11.00 ± 1.00 ^c (+)	11.33 ± 0.58 ^c (+)	12.67 ± 0.58 ^b (+)	13.67 ± 0.58 ^{ab} (+)	14.33 ± 0.58 ^a (+)
<i>S. cerevisiae</i>	0.0 ± 0.0 ^e (-)	8.00 ± 1.00 ^d (+)	10.00 ± 1.00 ^c (+)	12.00 ± 1.00 ^b (+)	12.67 ± 0.58 ^{ab} (+)	13.67 ± 0.58 ^a (+)

^A Nilai (n = 4) diukur berdasarkan diameter zon perencatan (mm)

Nilai min pada baris yang sama dengan abjad yang berbeza (^{a-d}) menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$)

(+) Terdapat kesan perencatan pada permukaan sentuh

(-) Tiada kesan perencatan pada permukaan sentuh



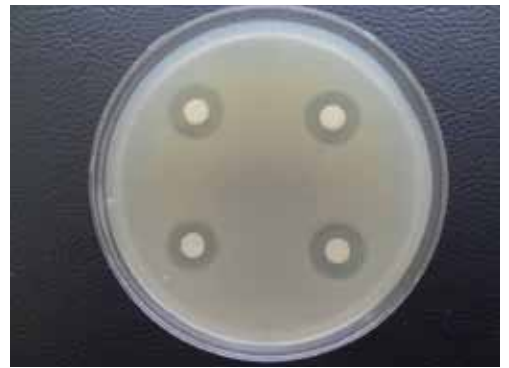
0% Minyak pati kayu manis



1% Minyak pati kayu manis



2% Minyak pati kayu manis



3% Minyak pati kayu manis



4% Minyak pati kayu manis



5% Minyak pati kayu manis

Gambar 1. Zon perencatan

perencatan maksimum untuk *B. cereus*, *S. aureus* dan *E. coli* tercapai apabila kepekatan mencecah 3%, manakala untuk *S. typhimurium*, *A. flavus* dan *S. cerevisiae* adalah ketika MPKM pada kepekatan 4%.

Dalam keadaan kepekatan MPKM yang melampaui 3% atau 4%, zon perencatan yang terhasil tidak menunjukkan perbezaan signifikan ($p>0.05$) bagi semua jenis mikroorganisma yang diuji. Manakala filem kawalan dengan 0% MPKM tidak menunjukkan sebarang aktiviti antimikrob sebagaimana yang dijangkakan. Keputusan ini membuktikan bahawa rumpai laut dan juga bahan-bahan asas yang digunakan dalam formulasi filem tidak mempunyai aktiviti antimikrob terhadap jenis mikroorganisma yang diuji.

Berdasarkan diameter perencatan seperti dalam *Jadual 1*, didapati MPKM mempunyai kesan perencatan yang paling besar terhadap *A. flavus* dan *S. cerevisiae*; diikuti dengan *S. aureus* dan *B. cereus*; dan paling kurang berkesan terhadap *E. coli* dan *S. typhimurium*. Filem tanpa penambahan MPKM tidak menunjukkan sebarang kesan perencatan terhadap pertumbuhan semua jenis mikroorganisma yang diuji. Tetapi, apabila 1% MPKM dicampurkan ke dalam formulasi, filem yang diuji menunjukkan kesan antimikrob dengan wujudnya zon perencatan di sekeliling cakera filem. Zon perencatan meningkat dengan signifikan ($p<0.05$) apabila kepekatan ditingkatkan. Namun apabila filem dengan kepekatan MPKM 4% dan 5% diuji, diameter perencatan tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p>0.05$) untuk semua jenis mikroorganisma iaitu filem dengan kedua-dua kepekatan ini menunjukkan aktiviti antimikrob yang paling tinggi dengan zon perencatan 11.00 – 14.33 mm. Maka boleh disimpulkan bahawa penambahan MPKM sebanyak 4% adalah memadai untuk menghasilkan filem dengan kesan antimikrob yang terbaik dalam kajian ini.

Filem aktif dengan MPKM didapati lebih berkesan dalam perencatan pertumbuhan bakteria Gram positif (*B. cereus* dan *S. aureus*) daripada bakteria Gram negatif (*S. typhimurium* dan *E. coli*). Ini kerana dinding sel bakteria Gram negatif terdiri daripada lapisan lipopolisakarida yang berfungsi menghalang perentasan molekul lipofilik. Selain itu, dinding sel bakteria Gram negatif juga mempunyai lapisan membran luar tambahan bersifat hidrofilik yang bertindak sebagai penghalang tambahan dan bersifat memilih kepada molekul hidrofobik. Sebatian antimikrob yang terkandung dalam minyak pati sukar untuk menembusi lapisan membran luar ini untuk bertindak ke atas sel bakteria. Sementara itu, bakteria Gram positif (*S. aureus* dan *B. cereus*) hanya mempunyai lapisan peptidoglikan di dinding sel sebagai lapisan penghalang dan lebih senang ditembusi oleh sebatian antimikrob.

Kewujudan zon perencatan yang diperhatikan dalam kajian ini boleh dikaitkan dengan mod tindakan sebatian fenolik utama dalam MPKM iaitu sinamaldehyd dan eugenol. Kedua-dua sebatian ini bertindak sebagai penukar proton yang menyebabkan berlakunya ketidakstabilan membran sitoplasma mikroorganisma serta menjejaskan fungsi lapisan lipopolisakarida dan peptidoglikan. Akibatnya, kebolehtelapan membran sitoplasmik meningkat dan pertumbuhan mikroorganisma terganggu. Sinamaldehyd merupakan kompaun elektro-negatif yang mengganggu proses biologi yang melibatkan pemindahan elektron dan bertindak balas dengan komponen bernitrogen seperti protein dan asid nukleik. Keadaan ini menyebabkan granulasi sel sitoplasma dan seterusnya pemecahan membran berlaku dan merencat aktiviti dan pembentukan enzim penting dalam mikroorganisma.

Kesimpulan

Filem boleh dimakan daripada rumpai laut yang dicampur dengan minyak pati kayu manis menunjukkan aktiviti antimikrob terhadap jenis mikroorganisma yang diuji dengan menggunakan kaedah resapan cakera. Peningkatan kepekatan minyak pati dalam filem yang dihasilkan memberi kesan antimikrob yang lebih baik namun kepekatan 3% dan 4% merupakan had optimum. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa minyak pati kayu manis boleh dijadikan sebagai bahan awet semula jadi dalam industri pembungkusan makanan.

Bibliografi

- Avila-Sosa, R., Palou, E., Jiménez-Munguía, M.T., Nevárez-Moorillón, G.V., NavarroCruz, A.R. dan López-Malo, A. (2012). Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International Journal of Food Microbiology* 153: 66 – 72
- Ayala-Zavala, F.J., González-Aguilar, G.A. dan Del Toro-Sánchez, L. (2009). Enhancing safety and aroma appealing of fresh-cut fruits and vegetables using the antimicrobial and aromatic power of essential oils. *Journal of Food Science* 74: R84 – R91
- Cha, D.S. dan Chinnan, M.S. (2004). Biopolymer based antimicrobial packaging: A Review. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* 44: 223 – 237
- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., Wong, L.F., Lianto, F.S., Wong, S.K. dan Lim, K.K. (2008). Antioxidant and tyrosinase inhibition properties of leaves and rhizomes of ginger species. *Food Chemistry* 109: 477 – 483
- Goni, P., López, P., Sánchez, C., Gómez-Lus, R., Becerril, R. dan Nerín, C. (2009). Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food Chemistry* 116: 982 – 989
- Hammer, K.A., Carson, C.F. dan Riley, T.V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology* 86(6): 985 – 990
- Holley, R.A. dan Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology* 22: 273 – 292

- Kerry, J.P., O'Grady, M.N. dan Hogan, S.A. (2006). Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science* 74: 113 – 130
- Ncube, N.S., Afolayan, A.J. dan Okoh, A.I. (2008). Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. *African Journal of Biotechnology* 7(12): 1797 – 1806
- Nikaido, H. (2003). Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. *Microbiol. Mol. Biol. R.* 67: 593 – 656
- Nonsee, K., Supitchaya, C. dan Thawien, W. (2011). Antimicrobial activity and the properties of edible hydroxypropyl methylcellulose based films incorporated with encapsulated clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb.) oil. *International Food Research Journal* 18(4): 1531 – 1541
- Perry, C.C., Weatherly, M., Beale, T. dan Randriamahefa, A. (2009). Atomic force microscopy study of the antimicrobial activity of aqueous garlic versus ampicillin against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J. Sci. Food. Agric.* 89: 958 – 964
- Prabha, M.R. dan Ramachandramurty, B. (2013). Sequence determination of a novel tripeptide isolated from the young leaves of *Azadirachta indica* A. Juss. *International Journal of Peptides* 6 hlm.
- Quintavalla, S. dan Vicinni, L. (2002). Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science* 62: 373 – 380
- Ramos, M., Jiménez, A., Peltzer, M. dan Garrigós, M.C. (2012). Characterization and antimicrobial activity studies of polypropylene films with carvacrol and thymol for active packaging. *Journal of Food Engineering* 109: 513 – 519
- Tunc, S., Angellier, H., Cahyana, Y., Chalier, P., Gontard, N. dan Gastaldi, E. (2007). Functional properties of wheat gluten/montmorillonite nanocomposite films processed by casting. *Journal of Membrane Science* 289(1 – 2): 159 – 168

Ringkasan

Filem pembungkus makanan boleh dimakan telah dibangunkan daripada rumpai laut tempatan dan minyak pati kayu manis melalui kaedah tuangan. Filem yang dicampur dengan minyak pati kayu manis menunjukkan aktiviti antimikrob terhadap jenis mikroorganisma yang diuji dengan menggunakan kaedah resapan cakera. Peningkatan kepekatan minyak pati dalam filem yang dihasilkan memberi kesan antimikrob yang lebih baik. Hasil kajian mendapati bahawa kepekatan minyak pati kayu manis yang paling optimum untuk dimasukkan ke dalam formulasi adalah pada 3% dan 4%. Oleh kerana minyak pati kayu manis berupaya merencat pertumbuhan mikroorganisma, maka ia sesuai digunakan sebagai bahan pengawet semula jadi dalam industri pembungkusan makanan.

Summary

Edible food packaging films were developed from local seaweed and cinnamon essential oils through casting method. The films mixed with cinnamon essential oils showed antimicrobial activity against tested microorganisms using disk diffusion method. As the concentration of essential oils increased, the inhibitory effect also increased subsequently. This study found that the optimal concentrations of the cinnamon essential oils incorporated in the formulation were 3% and 4%. Cinnamon essential oil was suitable to be used as a natural preservative in the food packaging industry since it's able to inhibit the growth of microorganisms.

Pengarang

Siah Watt Moey

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

E-mel: wmsiah@mardi.gov.my

Aminah Abdullah dan Ishak Ahmad

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