

REVIEW: PENGGUNAAN MALTODEKSTRIN PADA ENKAPSULASI EKSTRAK BAHAN ALAM DAN STABILITASNYA TERHADAP PH DAN SUHU

Rismawan Haris^{1*}, Amalia Eri², Sriwidodo³

¹⁻³Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran

Email Korespondensi: haris23003@mail.unpad.ac.id

Disubmit: 29 November 2024

Diterima: 12 Mei 2025

Diterbitkan: 01 Juni 2025

Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v5i6.18572>

ABSTRACT

Encapsulation is an effective technology used to protect active ingredients from adverse environmental conditions such as instability to heat, light, oxygen and acidity. In the pharmaceutical field, this technology is very appropriate to be applied especially to natural extracts where the bioactive compounds contained therein are unstable and easily degraded during the storage process. Polymers that are widely used for the encapsulation of natural extracts are maltodextrin which serves to protect sensitive components such as antioxidant components, flavours, vitamins and colours, this is because maltodextrin has a strong binding power to the coated compounds and is able to provide a thin layer that is cohesive with the core material.

Keywords: Encapsulation, Natural Extracts, Maltodextrin

ABSTRAK

Enkapsulasi merupakan teknologi yang efektif digunakan untuk melindungi bahan aktif dari kondisi lingkungan yang merugikan seperti ketidakstabilannya terhadap suhu panas, cahaya, oksigen dan keasaman. Dalam bidang farmasi, teknologi ini sangat tepat diaplikasikan terutama terhadap ekstrak bahan alam dimana senyawa bioaktif yang terkandung didalamnya bersifat tidak stabil dan mudah terdegradasi selama proses penyimpanan. Polimer yang banyak digunakan untuk enkapsulasi ekstrak bahan alam adalah maltodekstrin yang berfungsi untuk melindungi komponen yang sensitif seperti komponen antioksidan, rasa, vitamin dan warna, hal ini dikarenakan maltodekstrin memiliki daya ikat yang kuat terhadap senyawa yang tersalut dan mampu memberikan lapisan tipis yang kohesif dengan bahan inti.

Kata Kunci: Enkapsulasi, Ekstrak Bahan Alam, Maltodekstrin

PENDAHULUAN

Ekstrak bahan alam merupakan suatu material yang kompleks karena dapat terdiri atas beberapa senyawa termasuk metabolit primer dan sekunder dengan tingkat stabilitas berbeda, dan mudah mengalami degradasi ataupun kerusakan dari faktor luar seperti suhu, cahaya, keasaman dan atau kondisi basa. Senyawa bioaktif seperti Antosianin apabila di enkapsulasi akan menunjukkan stabilitas yang lebih baik pada pH rendah, dengan waktu paruh antosianin 2-7 kali lebih lama dibandingkan ekstrak murni (Santos et al., 2019). Dengan demikian penerapan enkapsulasi merupakan salah upaya yang dapat dilakukan untuk melindungi senyawa fitokimia dari dampak buruk yang dapat menginduksi degradasi sehingga menjaga kestabilan ekstrak bahan alam (Sook-Chin Cew, et. al., 2019). pencapaiannya melalui Rencana Strategis Kementerian Kesehatan (Kemenkes RI, 2016).

Enkapsulasi merupakan proses membungkus suatu bahan aktif (seperti molekul bioaktif atau sel hidup) ke dalam suatu bahan pembawa yang bertujuan untuk meningkatkan pengiriman bahan aktif. Desain ukuran enkapsulasi dapat dibagi menjadi mikro dan nano tergantung dari partikel yang menutupinya. Nanokapsul dan mikrokapsul adalah ukuran yang paling fungsional dan diinginkan dalam proses enkapsulasi. Skala nano dan skala mikro mengacu pada 1-1000 nm dan 1-1000 μm , dimana enkapsulasi nano berkisar pada ukuran kapsul dari diameter 1 nm hingga beberapa ratus nanometer dan mikroenkapsulasi berkisar dari diameter 1 μm hingga beberapa ratus mikrometer (Katouzian & Jafari, 2016; Rodríguez, Martín, Ruiz, & Clares, 2016). Ukuran partikel yang berada di antara rentang enkapsulasi nano dan mikro

disebut dengan partikel submikron, sedangkan ukuran partikel di atas rentang mikroenkapsulasi disebut partikel makro (Koo, Cha, Song, Chung, & Pan, 2014; Lević dkk. ., 2015; O'Toole dkk., 2012). Mikroenkapsulasi dideskripsikan sebagai proses untuk menutup partikel berukuran mikro dari padatan atau tetes cairan atau gas dalam kulit yang inert, yang kemudian mengisolasi dan melindungi mereka dari lingkungan luar (Gosh, 2006).

Teknologi mikroenkapsulasi mampu mempertahankan sifat dan meningkatkan stabilitas senyawa aktif, melindungi senyawa aktif dari ekstrak cair melalui matriks padat dan bertujuan untuk mempercepat penghilangan kadar air secara efektif (Gomes et al., 2019a). Senyawa bioaktif yang ditutupi atau disaluti oleh dinding pelapis memperoleh ketahanan terhadap suhu yang tinggi, cahaya, oksigen, dan mikroorganisme. Sifat-sifat ini bergantung pada kategori bahan pelapis dan strukturnya (Lee & Chang, 2020a). selain untuk melindungi bahan aktif untuk menjaga stabilitasnya dalam penyimpanan dan dalam proses pembuatan obat, mikroenkapsulasi dapat juga memodifikasi dan mengendalikan pelepasan bahan inti aktif, sesuai dengan tujuan pengobatan sehingga dapat meningkatkan bioavailabilitas (Wei et al., 2023a).

Artikel ulasan ini membahas tentang enkapsulasi dan penggunaan maltodekstrin sebagai polimer enkapsulasi pada hampir semua ekstrak bahan alam yang tetap stabil terhadap pH dan suhu pada proses mikroenkapsulasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Maltodekstrin adalah zat yang sering digunakan sebagai bahan tambahan pangan, terutama sebagai pengental, penstabil, dan pemanis. Ini adalah produk modifikasi pati yang dihasilkan melalui hidrolisis parsial pati (seperti jagung, beras, kentang, atau gandum) dengan bantuan enzim atau asam (Ibrahim, 2022).

Maltodekstrin memiliki rantai glukosa yang lebih pendek dibandingkan dengan pati, dan sering digunakan dalam makanan dan minuman olahan karena rasa netral dan kemampuannya meningkatkan tekstur dan stabilitas. Maltodekstrin berasal dari pati nabati yang mengalami hidrolisis parsial. Digunakan sebagai pengental, penstabil, dan pemanis dalam makanan dan minuman. Sering ditemukan dalam produk makanan olahan, susu formula, dan minuman olahraga.

Maltodekstrin dapat diturunkan enzimatis dari semua jenis amilum. Di Amerika Serikat, amilum yang digunakan biasanya berasal dari jagung; di Eropa dari gandum. Beberapa orang yang mengalami intoleransi gluten akan khawatir dengan adanya maltodekstrin yang berasal dari gandum, tetapi biasanya hanya

mengandung tidak lebih dari 20 mg/kg (atau 20 ppm) gluten. Jika digunakan bahan dasar gandum, bahan dasarnya tidak perlu dicantumkan dalam label. Maltodekstrin yang diturunkan dari sereal yang mengandung gluten mendapat pengecualian pelabelan, seperti yang sudah disahkan oleh EC Directive 2000/13 Annex I (Gusdinar, 2014).

METODOLOGI PENELITIAN

Pencarian dilakukan pada database elektronik yaitu Scopus, Google Scholar, dan PubMed dengan kata kunci yang digunakan, antara lain *encapsulation*, *extract*, *maltodextrin*, *pH* dan *temperature*. Kriteria inklusi yang ditetapkan dalam penulisan artikel ini yaitu jurnal-jurnal internasional dan nasional yang membahas terkait peran maltodekstrin sebagai polimer enkapsulasi yang bisa stabil terhadap pH dan suhu.. Artikel yang disitasi merupakan artikel yang ditulis dalam 10 tahun terakhir. Namun, terdapat pengecualian rentang tahun artikel yang disitasi ketika membahas pengembangan enkapsulasi sebagai metode untuk mempertahankan stabilitas senyawa aktif ekstrak tanaman.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Enkapsulasi Ekstrak Bahan Alam Menggunakan Maltodekstrin

Ekstrak	Material Enkapsulasi	Parameter	Metode Pembuatan	Hasil	Ref.
Blackberry Extract	Maltodekstrin	pH	<i>Spray drying</i>	Mikroenkapsulasi dengan maltodextrin dapat meningkatkan stabilitas	(Chong et al., 2014)

				senyawa antioksidan, khususnya antosianin, dari ampas blackberry pada variasi pH.
Ekstrak Daun Stevia	Maltodekstrin	pH Suhu	<i>Spray drying</i>	Proses mikroenkapsulasi dengan maltodextrin mampu mempertahankan kandungan senyawa fenolik (7,2%) dan aktivitas antioksidan (87,5%) dari ekstrak awal (Simon-Brown et al., 2016)
Ekstrak Rosella	Maltodekstrin	pH Suhu	<i>Spray drying</i>	Proses optimal diperoleh menggunakan matriks tunggal dengan rasio maltodekstrin-ekstrak 50:50 (formula MD-3). Penambahan trehalosa ke dalam matriks maltodekstrin tidak menghasilkan karakteristik fisikokimia yang lebih baik, tetapi secara signifikan ($p < 0,05$) meningkatkan efisiensi enkapsulasi (66,65-76,53%). (Kuck & Noreña, 2016)
Ekstrak Teh Hijau	Maltodekstrin Gum Arab dan Kitosan	pH	<i>Spray drying</i>	Mikroenkapsulasi ekstrak teh hijau dengan berbagai bahan pembawa (Yamashita et al., 2017)

		Suhu	dapat meningkatkan stabilitas fisikokimia dan stabilitas penyimpanan dibandingkan ekstrak tanpa enkapsulasi. Untuk menjaga stabilitas optimal, disarankan penyimpanan pada suhu di bawah 25°C
Ekstrak Jamun	Maltodekstrin	pH Suhu <i>Freeze drying</i> dan <i>Spray drying</i>	Pengujian stabilitas pigmen pada berbagai pH dan suhu adalah untuk mengetahui kondisi yang optimal mempertahankan kestabilan pigmen antosianin dari bubuk enkapsulasi jamun yang dihasilkan melalui proses <i>freeze drying</i> dan <i>spray drying</i> . (Hidalgo et al., 2018)
Ekstrak Terong	Maltodekstrin dan Gum Arab	Suhu <i>Spray drying</i>	Sifat fisikokimia serbuk yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan pembawa (maltodekstrin, gum arab, dan kombinasinya) serta suhu inlet <i>spray drying</i> . (Rezende et al., 2018)

Ekstrak Blueberry	Maltodekstrin, Hi-maize, Inulin, dan Gum Arab	Suhu	<i>Spray drying</i>	T3 (maltodekstrin, hi-maize, inulin, dan gum arab) menunjukkan stabilitas antosianin terbaik pada semua kondisi penyimpanan.	(Das et al., 2019)
Ekstrak Tanaman	Maltodekstrin	Suhu	<i>Spray drying</i>	Kombinasi bahan penyalut (matriks enkapsulasi) yang digunakan menghasilkan rendemen pengering-semprot antara 46-64% dan efisiensi enkapsulasi 65-92%. Kombinasi maltodekstrin (MD) dengan protein kedelai (SP) menghasilkan efisiensi enkapsulasi tertinggi, yaitu 92%. Kombinasi MD dengan pektin kulit coklat (CSP) menunjukkan stabilitas yang lebih baik dibandingkan kombinasi lainnya. Kinetika pelepasan senyawa fenolik dari mikrokapsul paling sesuai dengan model Korsmeyer-Peppas, dengan	(Rudke et al., 2019)

				nilai R ² > 98%. Mikrokapsul MD-CSP memiliki waktu stabilitas 8,88 tahun pada 4°C dan 1,43 tahun pada 30°C.
Ekstrak Teh Hijau	Maltodekstrin	pH Suhu	<i>Spray drying</i>	Enkapsulasi GTE dengan MD dapat meningkatkan stabilitas terhadap perubahan pH dan suhu, serta melindungi komponen kateksin GTE selama penyimpanan (Gomes et al., 2019)
Ekstrak Ubi Jalar Ungu	Maltodekstrin DE 10-15	pH Suhu	<i>Spray drying</i>	Peningkatan konsentrasi maltodekstrin DE 10-15 sebagai bahan dinding meningkatkan stabilitas antosianin terenkapsulasi dari ekstrak ubi jalar ungu, terutama pada pH 7 dan suhu 115°C (Guo et al., 2020)
Ekstrak Buah Garcinia Cowa	Isolat Protein Whey (WPI), Maltodekstrin (MD) dan kombinasi WPI+MD (1:1)	Suhu	<i>Freeze drying</i>	Penelitian bahwa teknik mikroenkapsulasi dengan WPI adalah metode yang efektif untuk melindungi dan meningkatkan pemanfaatan ekstrak buah Garcinia cowa dalam produk roti. (Mahdi et al., 2020)

		Suhu	Kompleks inklusi B-siklodekstrin tampaknya melindungi senyawa volatil lebih efisien selama penyimpanan dibandingkan mikrokapsul dengan pati modifikasi sebagai bahan penyalut. Selama pemanasan cepat, mikrokapsul B- siklodekstrin dapat melindungi senyawa volatil hingga suhu 100°C, sedangkan mikrokapsul HiCap (pati modifikasi) dapat melindungi hingga 140°C. Perlindungan mikrokapsul maltodekstrin tergantung pada senyawa yang terenkapsulasi, yaitu 160°C untuk limonen dan 120°C untuk karvon.	(Zhang et al., 2020)
Ekstrak Jinten	Maltodekstri n, B- siklodekstrin dan Pati Modifikasi		<i>Spray drying</i>	
Ekstrak Buah Blackberry	Maltodekstri n DE10	Suhu	<i>Spray drying</i>	Penelitian ini berhasil melakukan mikroenkapsula si ekstrak ampas blackberry (<i>Rubus fruticosus</i>) menggunakan

(Lee &
Chang,
2020)

			teknik pengeringan atomisasi.
Ekstrak Kulit Nanas	Maltodekstrin dan Gum Arab	Suhu	Mikroenkapsulasi ekstrak kulit nanas menggunakan maltodekstrin dan gum arab pada suhu pengeringan 150°C adalah yang terbaik dalam mempertahankan aktivitas antioksidan senyawa fenolik (Monge Neto et al., 2021)
Ekstrak Kulit Rambutan	Maltodekstrin	Suhu	suhu merupakan parameter penting yang mempengaruhi baik pada tahap ekstraksi maupun proses mikroenkapsulasi (Wei et al., 2023)

Enkapsulasi dan Maltodekstrin

Enkapsulasi adalah proses melapisi bahan padat, cair, ataupun gas sensitif seperti rasa, enzim, mikroorganisme, vitamin, mineral, dan pewarna sebagai inti bahan dimana bahan yang melapisi disebut bahan pelindung. Material atau polimer pelindung dapat terbagi menjadi tiga yaitu karbohidrat, protein, dan lemak. Polimer karbohidrat terbagi menjadi yang berasal dari tumbuhan seperti maltodekstrin, pati, selulosa, gum arabic, mesquite gum, guar gum, galactomannans, cyclodextrin, pectin, kemudian berasal dari hewan atau mikroba seperti xanthan, gellan, dextran, chitosan, dan berasal dari laut seperti carrageenan dan alginate. Polimer selanjutnya

yang yaitu protein dan terbagi kedalam berasal dari tumbuhan seperti protein kedelai dan protein kacang, dan yang bersal daro hewan seperti casein, whey protein dan gelatin. Untuk polimer yang bersal dari lemak seperti lemak susu, phospholipid, beeswax dan carnauba wax (Mahdi et al. 2020).

Maltodekstrin merupakan bagian dalam karbohidrat yang dapat diekstrak dalam berbagai sumber tumbuh-tumbuhan. Maltodekstrin dapat diproduksi melalui proses enzimatis atau hidrolisis asam dari pati yang selanjutnya melalui proses permunian dan pengeringan spray drying. Dari proses tersebut menghasilkan bubuk putih yang memiliki keunggulan seperti (Akram et al., 2021) rasa dan aroma yang

netral, sehingga tidak mengganggu karakteristik organoleptik bahan inti yang dienkapsulasi. Kemudian maltodekstrin memiliki kelarutan air yang tinggi, sehingga dapat dengan mudah larut dalam sistem emulsi untuk proses mikroenkapsulasi. Selanjutnya maltodekstrin mempunyai viskositas rendah pada konsentrasi tinggi, sehingga menguntungkan untuk proses penyemprotan pada tahap pengeringan semprot. Untuk keunggulan yang terakhir yaitu maltodekstrin menunjukkan stabilitas oksidatif yang baik, sehingga dapat melindungi bahan inti yang rentan terhadap oksidasi.

Maltodekstrin yang ada dipasaran saat ini diklasifikasikan dalam berbagai Dextrose Equivalent (DE) mulai dari 3 hingga 20. Perbedaan DE menunjukkan yang menunjukkan jumlah ujung rantai bebas pada sampel tertentu. Nilai DE yang lebih rendah berarti rantai polimer lebih panjang (mengandung lebih banyak unit glukosa) sedangkan nilai DE yang lebih tinggi berarti rantai lebih pendek. Ini adalah konsep yang terbalik dibandingkan dengan tingkat polimerisasi rantai. Maltodekstrin dengan DE tinggi lebih manis, lebih mudah larut, dan memiliki ketahanan panas yang lebih rendah. Di atas DE 20, kode CN Uni Eropa menyebutnya sirup glukosa; pada DE 10 atau lebih rendah, nomenklatur kode CN bea cukai mengklasifikasikan maltodekstrin sebagai dekstrin. Beberapa jenis maltodekstrin yang sering digunakan dalam mikroenkapsulasi antara lain, maltodekstrin DE 10-20 yang memiliki berat molekul tinggi, viskositas tinggi, dan menyediakan perlindungan yang baik untuk bahan inti. Kemudian maltodekstrin DE 10-15 yang memiliki sifat yang mirip dengan maltodekstrin DE 10-20, tetapi dengan viskositas sedikit lebih rendah. Selanjutnya maltodekstrin

DE 16-20 yang memiliki berat molekul dan viskositas yang lebih rendah, berguna untuk mikroenkapsulasi bahan yang sensitif terhadap panas (Boyano-Orozco et al. 2020).

Konsep Metode Mikroenkapsulasi dengan Maltodekstrin

Metode mikroenkapsulasi terdapat beberapa teknik, yaitu teknik secara fisika dan kimia. Teknik secara fisika terdiri dari spray drying, freeze drying, vibrational nozzle, dan centrifugal extrusion, sedangkan teknik secara kimia terdiri dari coacervation. Tahapan awal mikroenkapsulasi yaitu partikel atau senyawa aktif yang akan dienkapsulasi dikeringkan. Dua teknik pengeringan secara umum digunakan adalah pengeringan semprot atau spray drying dan pengeringan beku atau freeze drying (Sakulnarmrat, Wongsrikaew, and Konczak 2021).

Spray drying merupakan metode yang umum digunakan karena biaya yang rendah dan waktu yang dibutuhkan lebih sedikit sehingga dapat menghasilkan partikel dengan kualitas yang baik (Das et al., 2019), dan karena fleksibilitas, dan produksi yang berkesinambungan (Guo et al. 2020a). Tetapi proses yang berkesinambungan dan cepat serta lebih murah, hal ini memaparkan permukaan partikel yang besar ke udara sehingga memicu degradasinya (Sakulnarmrat et al., 2021). Pengeringan semprot biasanya digunakan untuk produksi aroma dan rasa, serta senyawa yang tidak sensitif terhadap panas (Nguyen et al., 2021). Mikroenkapsulasi dengan metode spray drying pemilihan polimer atau dinding pelapis harus diperhatikan (Das, Goud, and Das 2019a). Dinding tersebut memberikan penghalang fisik yang mencegah difusi molekul

dan reaksi kimia sehingga meningkatkan stabilitas senyawa yang dienkapsulasi (Guo et al., 2020). Selain dari maltodekstrin, teknik ini juga digunakan untuk matriks gom arab, dan emulsifying starches (Das et al., 2019).

Metode berikutnya yang digunakan dalam proses enkapsulasi adalah freeze drying. Enkapsulasi matriks maltodekstrin yang diproses dengan freeze drying pernah diteliti oleh Ezhilari dkk yang melakukannya pada ekstrak buah garcinia (Ezhilarasi et al. 2013). Metode ini tidak banyak digunakan karena lebih mahal dibandingkan spray drying, namun mempunyai keuntungan karena tidak memerlukan pemanasan sehingga menjaga stabilitas core yang tidak stabil terhadap panas (Hidalgo et al. 2018). Prinsip pengeringan beku adalah sublimasi es bertekanan rendah yang dibentuk oleh pembekuan cepat dan penghilangan molekul air yang terikat melalui proses desorpsi (Nguyen, Tran, and Le 2021b). Freeze drying adalah metode yang sering digunakan terutama untuk senyawa bioaktif yang lebih sensitif dan mahal. Freeze drying menggunakan suhu yang jauh lebih rendah dan beroperasi tanpa oksigen (Guo et al. 2020b). Metode freeze drying dapat digunakan untuk mengeringkan pigmen yang peka terhadap panas (Yamashita et al. 2017).

Metode kimia yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasi adalah Coacervation, merupakan metode enkapsulasi yang dibuat melalui pembentukan koaservat yang melibatkan mekanisme pemisahan fase cair-cair dari larutan encer menjadi fase kaya polimer dan fase miskin polimer. Suatu proses dikatakan sebagai koaservasi sederhana jika hanya melibatkan satu tipe polimer dan dikatakan koaservasi kompleks ketika

menggunakan dua atau lebih polimer dengan muatan yang berlawanan. Menurut Li dkk, metode ini merupakan metode enkapsulasi yang paling praktis dan ekonomis (Li et al. 2013). Contoh aplikasi teknik koaservasi adalah pada proses enkapsulasi citronella oil dalam gum arabik dan gelatin (Manaf et al. 2018).

Tahapan awal dari metode ini adalah pencampuran bahan penyalut dengan bahan inti. Selama pencampuran pH diatur 4,5 untuk memicu terbentuknya koaservat. Selanjutnya pengikat silang seperti glutaraldehid ditambahkan dan pH diatur 9,7. Di akhir proses dilakukan pemisahan fase untuk mendapatkan fase koaservat. Koaservasi diklasifikasikan dalam koaservasi sederhana yang hanya menggunakan satu hidrokoloid, atau koaservasi kompleks yang memerlukan interaksi dua hidrokoloid yang bermuatan berlawanan (Rudke et al. 2019).

Maltodekstrin Stabil terhadap pH dan Suhu

Maltodekstrin akan stabil terhadap pH, yaitu terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Cruz dkk menunjukkan bahwa stabilitas pH yaitu Pada pH 7, kandungan epigallocatechin gallat dalam ekstrak teh hijau murni menurun 100% setelah 30 hari, sedangkan dalam mikropartikel ekstrak teh hijau dengan maltodekstrin meningkat 121%, kemudian pada pH 6, kandungan epigallocatechin dalam ekstrak teh hijau murni menurun 100% setelah 30 hari, sedangkan dalam mikropartikel ekstrak teh hijau dengan maltodekstrin hanya menurun 3,5%, sehingga enkapsulasi dengan maltodekstrin dapat melindungi stabilitas kateksin ekstrak teh hijau pada berbagai kondisi pH (Cruz-Molina et al. 2021).

Santos dkk juga melakukan penelitian terhadap ekstrak blackberry dimana mikroenkapsulasi dengan maltodextrin efektif dalam mengurangi degradasi antosianin akibat kenaikan pH, sehingga mikroenkapsulat menunjukkan stabilitas yang lebih besar pada pH rendah, serta waktu paruh antosianin yang lebih lama (2-7 kali lebih lama) dibandingkan ekstrak tanpa enkapsulasi (Santos et al. 2019). Kemudian juga Arisanti dkk mengevaluasi stabilitas antosianin yang terenkapsulasi dari ekstrak ubi jalar ungu pada berbagai pH, sebagai berikut, stabilitas antosianin terenkapsulasi dievaluasi pada pH 3, 5, dan 7 selama 21 hari, sehingga hasil menunjukkan bahwa mikrokapsul dengan konsentrasi maltodekstrin tertinggi memiliki stabilitas yang lebih tinggi pada pH 7 dibandingkan yang lain (Arisanti et al. 2020).

Kemudian maltodekstrin juga akan stabil terhadap suhu, hal ini juga terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Cruz dkk menunjukan ekstrak teh hijau yang bebas menguap pada 43°C, kehilangan 50% berat pada 100°C, dan terdekomposisi pada 130°C, sedangkan mikropartikel ekstrak teh hijau dengan maltodekstrin mulai kehilangan berat pada 75°C dan terdekomposisi pada 290°C, sehingga ini menunjukkan bahwa enkapsulasi dengan maltodekstrin dapat meningkatkan stabilitas suhu ekstrak teh hijau dan melindunginya dari degradasi pada suhu tinggi (Cruz-Molina et al. 2021).

Lourenco dkk juga melakukan penelitian pada ekstrak kulit nanas dengan mempelajari pengaruh suhu pengeringan pada 150°C dan 190°C menggunakan spray drying terhadap sifat-sifat partikel yang dihasilkan, dan hasilnya bahwa proses mikroenkapsulasi dengan maltodekstrin dan gum arab pada

suhu 150°C menunjukkan pemeliharaan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan pada suhu 190°C (Lourenço, Moldão-Martins, and Alves 2020). Partenen dkk dalam penelitian dengan ekstrak jinten didapatkan bahwa mikroenkapsulasi dengan maltodextrin menghasilkan mikrokapsul yang memiliki kemampuan melindungi senyawa volatil (seperti limonene) hingga suhu 160°C, namun kemampuan proteksi terhadap senyawa carvone hanya hingga sekitar 120°C (Partanen et al., 2002).

Arisanti dkk juga meneliti pada ekstrak ubi jalar ungu dimana stabilitas antosianin terenkapsulasi dievaluasi pada suhu 35°C, 75°C, dan 115°C selama 5 hari, dengan hasil menunjukkan bahwa mikrokapsul dengan konsentrasi maltodekstrin tertinggi memiliki stabilitas yang lebih tinggi pada suhu 115°C dibandingkan yang lain (Arisanti et al. 2020). Penelitian juga dilakukan Navaro dkk dari ekstrak tanaman asli yang banyak mengandung senyawa fenolik dengan mempelajari stabilitas mikrokapsul pada suhu 4°C dan 30°C, dengan hasil yang menunjukkan bahwa mikrokapsul dengan kombinasi maltodekstrin dan pektin kulit coklat memiliki waktu stabilitas 8,88 tahun pada 4°C dan 1,43 tahun pada 30°C (Navarro-Flores et al. 2020).

Sarabandi dkk melakukan penelitian pada ekstrak kulit terong, yaitu dengan menyelidiki pengaruh suhu inlet pengeringan semprot pada 140°C dan 170°C terhadap karakteristik serbuk yang dihasilkan. Hasil menunjukkan bahwa sifat fisikokimia serbuk dipengaruhi oleh suhu inlet pengeringan semprot, sehingga serbuk yang diperoleh dengan maltodekstrin pada suhu 170°C menunjukkan total fenol, aktivitas antioksidan, dan sifat lainnya yang paling tinggi di antara

semua sampel (Sarabandi et al. 2019). Contoh mengenai penggunaan maltodextrin pada enkapsulasi ekstrak bahan alam diperlihatkan pada Tabel 1.

KESIMPULAN

Teknologi enkapsulasi menggunakan maltodekstrin sebagai bahan polimer merupakan salah satu metode yang efektif dalam enkapsulasi ekstrak bahan alam yang tidak stabil karena faktor pH dan suhu, tetapi dengan keunggulan dari maltodextrin tersebut maka bisa melindungi senyawa bioaktif yang terkandung didalamnya serta akan memberikan kestabilan yang baik terhadap pH dan suhu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, S., Bao, Y., Butt, M. S., Shukat, R., Afzal, A., & Huang, J. Y. (2021). Fabrication and characterization of gum arabic- and maltodextrin-based microcapsules containing polyunsaturated oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(15), 6384-6394. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11309>
- Arisanti, C. I. S., Sukawati, C. B. A. C., Prasetya, I. G. N. J. A., & Wirasuta, I. M. A. G. (2020). Stability of Anthocyanins Encapsulated from Purple Sweet Potato Extract Affected by Maltodextrin Concentration. *Macromolecular Symposia*, 391(1). <https://doi.org/10.1002/masy.201900127>
- Boyano-Orozco, L., Gallardo-Velázquez, T., Meza-Márquez, O. G., & Osorio-Revilla, G. (2020). Microencapsulation of rambutan peel extract by spray drying. *Foods*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/foods9070899>
- Chong, P. H., Yusof, Y. A., Aziz, M. G., Nazli, N. Mohd., Chin, N. L., & Muhammad, S. K. S. (2014). Effects of Spray Drying Conditions of Microencapsulation of *Amaranthus gangeticus* Extract on Drying Behaviour. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.006>
- Cruz-Molina, A. V. D. La, Ayala Zavala, J. F., Bernal Mercado, A. T., Cruz Valenzuela, M. R., González-Aguilar, G. A., Lizardi-Mendoza, J., Brown-Bojorquez, F., & Silva-Espinoza, B. A. (2021).
- Chong, P. H., Yusof, Y. A., Aziz, M. G., Nazli, N. Mohd., Chin, N. L., & Muhammad, S. K. S. (2014). Effects of Spray Drying Conditions of Microencapsulation of *Amaranthus gangeticus* Extract on Drying Behaviour. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.006>
- Das, A. B., Goud, V. V., & Das, C. (2019). Microencapsulation of anthocyanin extract from purple rice bran using modified rice starch and its effect on rice dough rheology. In *International Journal of Biological Macromolecules* (Vol. 124). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijbio mac.2018.11.247>
- Gomes, S., Finotelli, P. V., Sardela, V. F., Pereira, H. M. G., Santelli, R. E., Freire, A. S., & Torres, A. G. (2019). Microencapsulated Brazil nut

- (Bertholletia excelsa) cake extract powder as an added-value functional food ingredient. *Lwt*, 116(July), 108495.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108495>
- Gusdinar, T., Singgih, M., Priatni, S., Sukmawati, A. E., & Suciati, T. (2014). Enkapsulasi dan stabilitas pigmen karotenoid dari *Neurospora intermedia* n-1 (encapsulation and the stability of carotenoids from *Neurospora intermedia* n-1). *Jurnal manusia dan lingkungan*, 18(3), 206-211.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Čanadanović-Brunet, J., Četković, G., & Tumbas Šaponjac, V. (2018). Microencapsulates and extracts from red beetroot pomace modify antioxidant capacity, heat damage and colour of pseudocereals-enriched einkorn water biscuits. *Food Chemistry*, 268(June), 40-48.
- Ibrahim, A. R., Suharman, A., & Sari, D. K. (2022). *Bahan Ajar Kimia Pangan Konstruktivisme 5 Fase Needham*. Bening Media Publishing.
- Kuck, L. S., & Noreña, C. P. Z. (2016). Microencapsulation of grape (*Vitis labrusca* var. Bordo) skin phenolic extract using gum Arabic, polydextrose, and partially hydrolyzed guar gum as encapsulating agents. *Food Chemistry*, 194, 569-576.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.066>
- Lee, Y. K., & Chang, Y. H. (2020). Microencapsulation of a maca leaf polyphenol extract in mixture of maltodextrin and neutral polysaccharides extracted from maca roots. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150, 546-558.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbio.2020.02.091>
- Mahdi, A. A., Mohammed, J. K., Al-Ansi, W., Ghaleb, A. D. S., Al-Maqtari, Q. A., Ma, M., Ahmed, M. I., & Wang, H. (2020). Microencapsulation of fingered citron extract with gum arabic, modified starch, whey protein, and maltodextrin using spray drying. *International Journal of Biological Macromolecules*, 152, 1125-1134.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbio.2019.10.201>
- Monge Neto, A. Á., Tomazini, L. F., Mizuta, A. G., Corrêa, R. C. G., Madrona, G. S., Faria de Moraes, F., & Peralta, R. M. (2021). Direct microencapsulation of an annatto extract by precipitation of psyllium husk mucilage polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 112(May 2020).
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106333>
- Navarro-Flores, M. J., Ventura-Canseco, L. M. C., Meza-Gordillo, R., Ayora-Talavera, T. del R., & Abud-Archila, M. (2020). Spray drying encapsulation of a native plant extract rich in phenolic compounds with combinations of maltodextrin and non-conventional wall materials. *Journal of Food Science and Technology*, 57(11), 4111-4122.
<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04447-w>
- Partanen, R., Ahro, M., Hakala, M., Kallio, H., & Forssell, P. (2002). Microencapsulation of caraway extract in β-cyclodextrin and modified starches. *European Food Research and Technology*, 214(3), 242-247.
<https://doi.org/10.1007/s00217-001-0446-1>
- Rezende, Y. R. R. S., Nogueira, J. P., & Narain, N. (2018).

- Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. *Food Chemistry*, 254(February), 281-291.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.026>
- Rudke, A. R., Heleno, S. A., Fernandes, I. P., Prieto, M. A., Gonçalves, O. H., Rodrigues, A. E., Ferreira, I. C. F. R., & Barreiro, M. F. (2019). Microencapsulation of ergosterol and *Agaricus bisporus* L. extracts by complex coacervation using whey protein and chitosan: Optimization study using response surface methodology. *Lwt*, 103(November 2018), 228-237.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.018>
- Santos, S. S., Rodrigues, L. M., Costa, S. C., & Madrona, G. S. (2019). Antioxidant compounds from blackberry (*Rubus fruticosus*) pomace: Microencapsulation by spray-dryer and pH stability evaluation. *Food Packaging and Shelf Life*, 20.
<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.12.001>
- Sarabandi, K., Jafari, S. M., Mahoonak, A. S., & Mohammadi, A. (2019). Application of gum Arabic and maltodextrin for encapsulation of eggplant peel extract as a natural antioxidant and color source. *International Journal of Biological Macromolecules*, 140, 59-68.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbio.2019.08.133>
- Simon-Brown, K., Solval, K. M., Chotiko, A., Alfaro, L., Reyes, V., Liu, C., Dzandu, B., Kyereh, E., Goldson Barnaby, A., Thompson, I., Xu, Z., & Sathivel, S. (2016). Microencapsulation of ginger (*Zingiber officinale*) extract by spray drying technology. *Lwt*, 70, 119-125.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.030>
- Wei, P., Zhang, Y., Wang, Y. Y., Dong, J. F., Lin, Z. H., Li, W., Liu, L., Hu, S. L., Zhang, L., Lou, W. Y., & Peng, C. (2023). Efficient extraction and excellent activity of flavonoid from *Moringa oleifera* leaves and its microencapsulation. *Lwt*, 184(May).
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115021>
- Yamashita, C., Chung, M. M. S., dos Santos, C., Mayer, C. R. M., Moraes, I. C. F., & Branco, I. G. (2017). Microencapsulation of an anthocyanin-rich blackberry (*Rubus* spp.) by-product extract by freeze-drying. *Lwt*, 84, 256-262.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.063>
- Zhang, R., Zhou, L., Li, J., Oliveira, H., Yang, N., Jin, W., Zhu, Z., Li, S., & He, J. (2020). Microencapsulation of anthocyanins extracted from grape skin by emulsification/internal gelation followed by spray/freezing-drying techniques: Characterization, stability and bioaccessibility. *Lwt*, 123(January), 109097.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109097>