

**SYSTEMATIC REVIEW : METODE DAN APLIKASI MIKROENKAPSULASI PADA
EKSTRAK BAHAN ALAM****Firman Muharam^{1*}, Sriwidodo², Eri Amalia³**¹⁻³Fakultas Farmasi, Universitas Padjajaran

Email Korespondensi: firman21005@mail.unpad.ac.id

Disubmit: 19 Agustus 2024

Diterima: 17 April 2025

Diterbitkan: 01 Mei 2025

Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v5i5.17066>**ABSTRACT**

Natural extracts have potential in the pharmaceutical industry, cosmetics, and clinical applications because they are safe, non-toxic, and have relatively low side effects. Unfavorable taste and odor and stability problems are their disadvantages. The solution to these problems is microencapsulation technology. Microencapsulation is a technology that involves covering or coating a core substance with a polymer wall layer, resulting in micro-sized particles. The benefits of microencapsulation can protect compounds from various environmental factors such as oxidation, degradation, temperature, humidity, and light, thereby extending the shelf life of the product, improving the stability of active ingredients, preventing loss of activity, masking aromatic flavors and odors, improving the stability of volatile compounds and increasing bioavailability. The purpose of this review is to gather information about the application of microencapsulation to natural extracts and what the results of microencapsulation are. The literature review was conducted through Google Scholar and PubMed databases, and the literature selection was done using the PRISMA Flow Chart. This review results in microencapsulation technology for natural extracts made by ionic gelation, spray wet microencapsulation (SWM), solvent evaporation, freeze drying, fluid bed, and spray drying. Each method has a unique way of protecting the core substance with a polymer layer, resulting in useful microcapsules such as to reduce moisture, obtain suitable physicochemical characteristics, good flow rate, retain bioactive compounds, lower hygroscopicity, improve stability, increase shelf life, increase solubility, taste masking, maintain antioxidant content and pharmacological activity of natural ingredient extracts. This means the use of microencapsulation technology promises to improve the utilization of natural extracts in various pharmaceutical industries, cosmetics, and clinical applications.

Keywords: *Microencapsulation, Natural extracts, Methods, Applications***ABSTRAK**

Ekstrak bahan alam memiliki potensi dalam industri farmasi, kosmetik dan aplikasi klinis karena aman, tidak beracun dan efek samping relative rendah. tetapi kelemahannya yaitu rasa dan bau yang tidak disukai serta masalah stabilitas. Solusi untuk masalah ini adalah teknologi mikroenkapsulasi. Mikroenkapsulasi adalah teknologi yang melibatkan penyalutan atau pelapisan zat inti oleh lapisan dinding polimer, menghasilkan partikel-partikel dengan

ukuran mikro. Keunggulan mikroenkapsulasi dapat melindungi senyawa dari berbagai faktor lingkungan seperti oksidasi, degradasi, suhu, kelembaban, dan cahaya, sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk, meningkatkan stabilitas bahan aktif, mencegah penurunan aktivitas, menutupi bau dan rasa, stabilitas dan bioavailabilitas senyawa meningkat. Tujuan review ini yaitu mengumpulkan informasi terkait aplikasi mikroenkapsulasi terhadap ekstrak bahan alam serta apa hasil dari mikroenkapsulasi tersebut. Kajian literatur dilakukan melalui *database* Google Scholar dan PubMed dengan seleksi literatur menggunakan Flow Diagram PRISMA. Hasil dari review ini teknologi mikroenkapsulasi pada ekstrak bahan alam bisa dibuat dengan metode *ionic gelation*, *spray wet microencapsulation (SWM)*, *solvent evaporation*, *freeze drying*, *fluid bed*, dan *spray drying*. Setiap metode memiliki cara unik dalam melindungi zat inti dengan lapisan polimer, sehingga menghasilkan mikrokapsul yang berguna seperti untuk mengurangi kelembaban, mendapatkan karakteristik fisikokimia yang sesuai, laju alir yang baik, mempertahankan senyawa bioaktif, menurunkan higroskopisitas, meningkatkan stabilitas, meningkatkan umur simpan, meningkatkan kelarutan, menutupi rasa, menjaga kandungan antioksidan dan aktivitas farmakologi ekstrak bahan alam. Penggunaan teknologi mikroenkapsulasi menjanjikan peningkatan dalam pemanfaatan ekstrak bahan alam dalam berbagai industri farmasi, kosmetik dan aplikasi klinis.

Kata Kunci: Aplikasi, Ekstrak Bahan Alam, Metode, *Mikroenkapsulasi*.

PENDAHULUAN

Ekstrak bahan alam memiliki potensi yang luas dalam industri farmasi dan kosmetik, dimana ekstrak bahan alam memiliki kelebihan diantaranya aman, tidak beracun dan efek samping relative rendah (Michalak, 2023), tetapi ada beberapa kelemahannya yang perlu dihadapi. Diantaranya rasa dan bau yang tidak disukai serta masalah stabilitas, yang mengakibatkan bahan yang tidak enak untuk dikonsumsi atau digunakan serta mudah rusak baik secara fisik maupun kimia. Untuk menyelesaikan masalah ini, teknologi mikroenkapsulasi menawarkan solusi yang efektif. Dengan teknologi ini, ekstrak bahan alam dibungkus dalam membran pelindung dengan tujuan untuk melindungi dari pengaruh cahaya, kelembaban, pH, dan panas. Proses enkapsulasi memungkinkan bahan alam tetap stabil dan menutup rasa serta aroma, menjaga kualitasnya dalam jangka waktu

yang lebih lama (Pratama et al., 2021).

Mikroenkapsulasi, yang mencakup aspek seni dan sains, merupakan teknologi serbaguna yang diaplikasikan di berbagai industri seperti farmasi, kimia, pangan, dan pertanian. Salah satu tujuan utama penerapan teknologi mikroenkapsulasi adalah untuk melindungi bahan-bahan dari degradasi akibat paparan terhadap faktor lingkungan seperti air, oksigen, panas, dan cahaya. Secara tradisional, proses enkapsulasi berperan dalam memperpanjang umur simpan bahan aktif. Selain itu, mikroenkapsulasi juga dapat menutupi rasa, bau, dan warna yang tidak diinginkan, sehingga menjaga mutu produk dari gangguan. Teknologi ini juga memudahkan penanganan, misalnya dengan mengubah bahan cair menjadi serbuk yang mudah mengalir. Mikroenkapsulasi dapat mencegah reaksi dan interaksi yang tidak

diinginkan antara bahan aktif dengan komponen lainnya (Sobel, 2022).

Metode mikroenkapsulasi memberikan berbagai keunggulan, seperti penelitian-penelitian terkini menggunakan metode mikroenkapsulasi menghasilkan senyawa mikrokapsul yang dapat terlindungi dari faktor lingkungan seperti oksidasi, suhu, degradasi, kelembapan, serta cahaya. Hal ini membantu memperpanjang umur simpan pada suatu produk, meningkatkan stabilitas bahan aktif, mencegah penurunan aktivitas, serta menutupi rasa dan bau yang tidak diinginkan. Selain itu, mikroenkapsulasi juga dapat meningkatkan stabilitas senyawa yang mudah menguap dan meningkatkan bioavailabilitas (Dima et al., 2016; Duman & Kaya, 2016; Hasyim et al., 2016; Ozkan et al., 2019; Wathoni et al., 2019).

KAJIAN PUSTAKA

Mikroenkapsulasi merupakan teknologi yang melibatkan pembungkusan atau pelapisan zat inti menggunakan lapisan dinding polimer. Proses ini menghasilkan partikel-partikel dengan ukuran mikro. Bahan inti, yang bisa berupa cairan, padatan, atau gas, dilapisi oleh polimer sehingga membentuk partikel individual atau kumpulan partikel dengan ukuran berkisar antara 5 hingga 5000 mikrometer. Mikroenkapsulasi melibatkan tiga komponen utama: bahan inti, polimer serta pelarut. Polimer yang digunakan harus dapat membentuk lapisan tipis yang kohesif di sekitar bahan inti tanpa terlibat dalam reaksi kimia.

Tujuan utama mikroenkapsulasi adalah melindungi bahan inti dari faktor lingkungan, menutupi rasa dan aroma yang tidak diinginkan, serta memungkinkan penggabungan zat-zat yang tidak

bisa dicampur secara fisik atau kimia. Selain itu, mikroenkapsulasi dapat mengurangi iritasi bahan inti didalam saluran pencernaan, mengontrol pelepasan zat inti, serta stabilitas bahan inti yang meningkat (Wati et al., 2022). Metode dalam pembentukan mikroenkapsulasi bisa menggunakan metode kimia dan metode fisika.

Metode fisika diantaranya *Spray dry*, *Freeze dry*, *Spinning Disc*, *Fluid Bed (drying,coating dan granulation)*, ekstrusi, ko-ekstrusi, enkapsulasi molekuler, dan emulsi ganda. Metode kimia diantaranya pemisahan fase, penguapan pelarut, polimerisasi antar muka, ko-ekstrusi, koaservasi, nanoenkapsulasi, dan liposom (Sobel, 2022).

Dalam pengembangan penggunaan ekstrak bahan alam dilakukan kajian sistematis ini. Adapun yang menjadi pertanyaan dalam kajian sistematis ini yaitu bagaimana penerapan teknologi mikroenkapsulasi pada ekstrak bahan alami dan mengevaluasi hasilnya ?.

METODOLOGI PENELITIAN

Desain pada penelitian ini yaitu kajian literatur sistematis dengan *Preferred Reporting Items for Systematic Review and MetaAnalysis* (PRISMA). Artikel yang diriview merupakan artikel hasil penelitian bukan riview. Artikel diidentifikasi melalui pencarian elektronik dari dua *database* seperti google scholar dan PubMed serta penulisan citation menggunakan aplikasi *Software Mendeley®*.

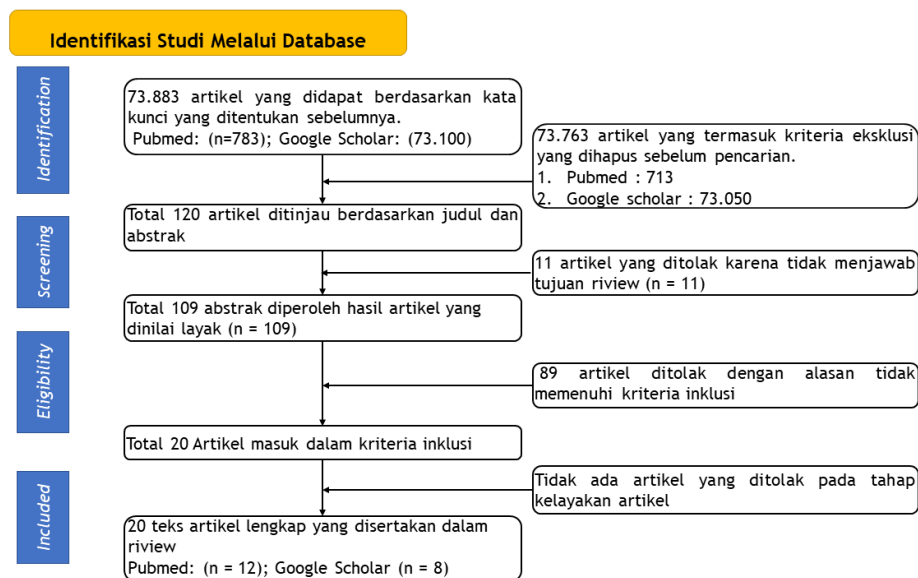
Berikut kata kunci yang dipilih adalah mikroenkapsulasi, ekstrak, mikrokapsul, *microencapsulation*, *microcapsule*, dan *extract*. Pembahasan tinjauan inti menggunakan tinjauan pustaka dari artikel penelitian dari tahun 2014-2024 tentang mikroenkapsulasi

ekstrak bahan alam. Kriteria inklusi adalah artikel penelitian tentang dengan ekstrak bahan alam, sedangkan untuk kriteria eksklusi merupakan artikel review dan artikel mikroenkapsulasi yang tidak berkaitan terkait tujuan kajian.

HASIL PENELITIAN

Dari hasil penelusuran dua database, ditemukan 20 artikel yang

membahas mengenai mikroenkapsulasi ekstrak bahan alam. Artikel-artikel tersebut kemudian ditinjau melalui proses ekstraksi independen berdasarkan kata kunci utama dan tahun publikasi. Metodologi serta hasil penelitian yang telah diperoleh diuraikan dalam Tabel 1. Berikut pencarian literatur yang ditunjukkan dalam alur diagram PRISMA:



Gambar 1. Alur Diagram PRISMA

Dari total 120 artikel yang ditinjau berdasarkan judul dan abstrak, 109 artikel dianalisis lebih lanjut melalui pemeriksaan teks lengkap. Dari hasil tersebut, 20 artikel memenuhi kriteria inklusi. Tidak ada artikel yang ditolak pada

tahap penilaian kelayakan. Dua puluh artikel yang memenuhi syarat ini mengidentifikasi berbagai metode dan aplikasi mikroenkapsulasi pada ekstrak bahan alam.

Tabel 1. Hasil Analisis Artikel

N o	Komponen	Metode	Polimer	Aplikasi	Referensi
1	Ekstrak Yerba mate	<i>Ionic Gelation dan Fluidized Bed Drying.</i>	Pektin	Mengurangi kelembaban dan Meningkatkan stabilitas	(Budin et al., 2023)

2	Ekstrak Temulawak kering (<i>Curcuma Xanthorrhiza</i> roxb.)	<i>Spray Wet Microencapsulation (SWM) Technique.</i>	Sodium Alginat	Menutupi Rasa Pahit	(Samran & Dalimunthe, 2018)
3	Ekstrak daun <i>M. Gigantea</i>	<i>Solvent Evaporation</i>	Eudragit E100 dan Ethocel 10 Cp	Mempertahankan Kandungan Antioksidan	(Muhaimin et al., 2020)
4	Ekstrak daun <i>Sonneratia alba</i>	<i>Solvent Evaporation</i>	Ethocel 10 Cp dan Eudragit E100	Mempertahankan Kandungan Antioksidan	(Muhaimin et al., 2022)
5	Ekstrak <i>Cherokee blackberry</i>	<i>Freeze-Drying</i>	Maltodektrin, Gum Arabic, dan Pectin	Meningkatkan Senyawa Fenolik Selama Pencernaan <i>In Vitro</i>	(Oro et al., 2023)
6	Ekstrak etanol <i>Elsholtzia ciliata</i>	<i>Freeze-Drying</i>	Skim Milk, Sodium Caseinate, Gum Arabic, Maltodektrin, Beta-Maltodektrin, dan Resistant-Maltodektrin	Meningkatkan Daya Rekat Pada Mukosa Bukal dan Lambung	(Pudziuvyte et al., 2019)
7	Ekstrak Kurkumin	<i>Spray Drying dan Freeze Drying</i>	Modified Corn Starch, Maltodextrin, Gelatin, B-Cyclodextrin, Tamarind Gum, Pectin, Gelatin dan Inulin	Meningkatkan Stabilitas Terhadap Panas dan Keasaman	(Guo et al., 2020)
8	Ekstrak <i>Galactagogue</i>	<i>Freeze Drying</i>	Sodium Tripolyphosphate dan Kitosan	Mendapatkan Karakteristik Fisikokimia yang Sesuai	(Yousefi et al., 2019)
9	Ekstrak bit merah (<i>beta vulgaris</i> l.)	<i>Spray Drying, Freeze Drying</i>	Maltodektrin dan Xanthan Gum	Mendapatkan Sifat Fisikokimia dan Laju Alir yang Baik	(Antigo et al., 2018)

10	Ekstrak buah plum meksiko (<i>Spondias Purpurea</i> L.)	<i>Spray Drying</i> dan <i>Spout-Fluid Bed Drying</i>	<i>Tetrafluoroethylene</i> dan <i>Hexafluoropropylene</i>	Mempertahankan Senyawa Bioaktif Tinggi dan Mempertahankan Kandungan Antioksidan.	(Aguilera-Chávez et al., 2022)
11	Ekstrak kulit manggis	<i>Fluidized Bed Drying</i>	HPMC dan PVA	Meningkatkan Kelarutan dan Mempertahankan Stabilitas Antioksidan	(Sriwidodo et al., 2022)
12	Ekstrak <i>Phoenix Dactylifera</i> L.	<i>Fluidized-Bed</i>	Maltodektrin, A. Maurorum Gum dan MCT Oil	Meningkatkan Stabilitas, Karakteristik Kualitas dan Memperpanjang Umur Simpan	(Afshari et al., 2023)
13	Ekstrak <i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Fluidized Bed Coating</i>	Maltodextrin dan Gum Arab	Mendapatkan Sifat Fisikokimia dan Laju Alir yang Baik	(Benelli & Oliveira, 2019)
14	Ekstrak daun teh hijau	<i>Spray Drying</i>	Maltodektrin, Gum Arab dan Kitosan	Meningkatkan Stabilitas, Menurunkan Higroskopisitas, dan Meningkatkan Umur Simpan	(Zokti et al., 2016)
15	Ekstrak kunyit	<i>Spray Drying</i>	<i>Brown Rice Flour (BRF)</i> dan <i>Beta-Cyclodextrin (B-CD)</i>	Menutupi Rasa	(Laokuldilok et al., 2016)
16	Ekstrak kulit manggis	<i>Spray Drying</i>	Maltodektrin dari Arenga Starch	Meningkatkan Stabilitas	(Kusmayadi et al., 2019)
17	Ekstrak <i>Ruellia Tuberosa</i> L. dan <i>Cosmos Caudatus</i> K.	<i>Spray Drying</i>	<i>Chitosan-Sodium Tripolyphosphate (Na-TPP)</i>	Penghambatan α -Amilase, Menjaga Aktivitas Antioksidan,	(Annisa et al., 2022)

18	Ekstrak kulit coklat	<i>Spray Drying</i>	Maltodektrin	Meningkatkan kandungan antioksidan tanpa Meningkatkan Persepsi Rasa Negatif.	(Grassia et al., 2021)
19	Ekstrak tumbuhan	<i>Spray Drying</i>	<i>Chitosan, Gum Arabic</i> dan Maltodektrin	Meningkatkan Stabilitas	(Buanasari et al., 2021)
20	Ekstrak dan fraksi daun <i>M. Oleifera</i>	<i>Spray Drying</i>	Maltodektrin	Menjaga Stabilitas Penyimpanan dan Bioaksesibilitas Fenolik	(Vonghirundecha et al., 2022)

Berdasarkan hasil kajian terdapat 20 artikel yang dibahas, dalam satu jurnal menggunakan satu atau lebih metode mikroenkapsulasi. 1 jurnal yang meneliti terkait mikroenkapsulasi menggunakan metode ionic gelatin dengan sampel ekstrak herba mate dengan polimer pektin yang menghasilkan mikrokapsul yang dapat mengurangi kelembapan dan meningkatkan stabilitas. Serta 1 jurnal menggunakan metode *Spray Wet Microencapsulation* (SWM) *Technique* dengan sampel ekstrak kering temulawak menggunakan polimer sodium alginat menghasilkan mikrokapsul yang dapat menutupi rasa pahit.

Terdapat 2 jurnal menggunakan mikroenkapsulasi dengan metode *solvent evaporation*, dimana ekstrak daun *M. Gigantea* dimikroenkapsulasi dengan polimer Eudragit E100 dan Ethocel 10 Cp. Selain itu ekstrak daun *M. Gigantea* dimikroenkapsulasi dengan polimer Eudragit E100 dan Ethocel 10 Cp. Keduanya menghasilkan mikrokapsul yang dapat mempertahankan kandungan antioksidan.

Terdapat 5 jurnal menggunakan mikroenkapsulasi dengan metode *freeze dry*. Ekstrak *Cherokee blackberry* menggunakan

polimer maltodektrin, *gum arabic* dan pektin menghasilkan mikrokapsul yang dapat meningkatkan senyawa fenolik selama pencernaan pengujian dilakukan secara *In Vitro*. Ekstrak etanol *Elsholtzia ciliata* menggunakan polimer *skim milk*, *sodium caseinate*, *gum arabic*, maltodektrin, beta-maltodektrin, dan resistant-maltodektrin menghasilkan mikrokapsul yang dapat meningkatkan daya rekat pada mukosa bukal dan lambung. Ekstrak kurkumin menggunakan *Modified Corn Starch*, Maltodektrin, Gelatin, *B-Cyclodextrin*, *Tamarind Gum*, *Pectin*, Gelatin dan Inulin menghasilkan mikrokapsul yang dapat meningkatkan stabilitas terhadap panas dan keasaman. Ekstrak *Galactagogue* menggunakan polimer Sodium *Tripolyphosphate* dan Kitosan menghasilkan mikrokapsul dengan karakteristik fisikokimia yang sesuai. Ekstrak beet merah menggunakan polimer Maltodektrin dan *Xanthan Gum* menghasilkan mikrokapsul sifat fisikokimia dan laju alir yang baik.

Sebanyak 10 jurnal menggunakan mikroenkapsulasi dengan metode *freeze dry*. Ekstrak kurkumin menggunakan polimer *Modified Corn Starch*, Maltodektrin,

Gelatin, *B-Cyclodextrin*, *Tamarind Gum*, *Pectin*, Gelatin dan Inulin menghasilkan mikrokapsul yang dapat meningkatkan stabilitas terhadap panas dan keasaman. Ekstrak beet merah menggunakan polimer Maltodektrin dan *Xanthan Gum* menghasilkan mikrokapsul sifat fisikokimia dan laju alir yang baik. Ekstrak buah plum meksiko menggunakan polimer *tetrafluoroethylene* dan *hexafluoropropylene* menghasilkan mikrokapsul yang dapat mempertahankan senyawa bioaktif tinggi dan mempertahankan kandungan antioksidan. Ekstrak kunyit menggunakan polimer *Brown Rice Flour (BRF)* dan *Beta-Cyclodextrin (B-CD)* menghasilkan mikrokapsul yang tertutupi rasanya. Ekstra kulit buah manggis menggunakan polimer maltodektrin menghasilkan mikrokapsul yang stabilitasnya meningkat. Ekstrak kulit coklat menggunakan polimer Maltodektrin menghasilkan mikrokapsul yang dapat meningkatkan kandungan antioksidan tanpa meningkatkan persepsi rasa negatif. Penelitian menggunakan ekstrak tumbuhan menggunakan polimer Kitosan, *Gum Arabic* dan Maltodektrin menghasilkan mikrokapsul yang stabilitasnya meningkat. Ekstrak

daun *M. Oleifera* menggunakan polimer Maltodektrin menghasilkan mikrokapsul yang dapat Menjaga Stabilitas, Penyimpanan dan Bioaksesibilitas Fenolik

Sebanyak 5 jurnal menggunakan mikroenkapsulasi dengan metode *fluid bed*. sampel ekstrak herba mate dengan polimer pektin yang menghasilkan mikrokapsul yang dapat mengurangi kelembapan dan meningkatkan stabilitas. Ekstrak buah plum meksiko menggunakan polimer *tetrafluoroethylene* dan *hexafluoropropylene* menghasilkan mikrokapsul yang dapat mempertahankan senyawa bioaktif tinggi dan mempertahankan kandungan antioksidan. Ekstrak kulit manggis menggunakan polimer HPMC dan PVA menghasilkan mikrokapsul yang dapat meningkatkan kelarutan dan mempertahankan stabilitas antioksidan. Ekstrak *Phoenix dactylifera* L. menggunakan polimer Maltodektrin, *A. Maurorum Gum* dan *MCT Oil* menghasilkan mikrokapsul yang dapat meningkatkan stabilitas, karakteristik kualitas dan memperpanjang umur simpan. ekstrak *Rosmarinus Officinalis* menggunakan polimer maltodektrin dan gum arab menghasilkan mikrokapsul dengan sifat fisikokimia dan laju alir yang baik

PEMBAHASAN

Metode mikroenkapsulasi dengan *ionic gelation* merupakan metode yang berhubungan dengan interaksi antara polimer dengan polimer bermuatan berlawanan atau polimer dengan polikation atau *polyanion* (Benavides et al., 2016). Penelitian terkini menggunakan metode ini dalam mikroenkapsulasi ekstrak *Yerba mate* menggunakan pectin sebagai polimer. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode ini membuat mikrokapsul

yang efektif dalam mengurangi kelembapan dan meningkatkan stabilitas ekstrak tersebut (Budin et al., 2023).

Metode mikroenkapsulasi dengan *Spray Wet Microencapsulation (SWM)* merupakan metode penyusunan mikrokapsul di mana larutan, suspensi, atau emulsi dengan matriks bermuatan disemprotkan ke dalam larutan yang berlawanan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh

(Samran & Dalimunthe, 2018), penelitian yang dilakukan menggunakan metode ini untuk mengenkapsulasi ekstrak temulawak dengan menggunakan sodium alginat sebagai polimer. Menghasilkan mikrokapsul yang dapat menutupi rasa pahit dari ekstrak temulawak.

Metode mikroenkapsulasi dengan *solvent evaporation* merupakan pendekatan utama untuk mikroenkapsulasi bahan hidrofobik dan hidrofilik dengan cangkang polimer. Teknik ini dilakukan dengan menggunakan sistem berbasis emulsi termasuk emulsi minyak dalam air (m/a) dan emulsi ganda air dalam minyak dalam air (a/m/a) (Sefat et al., 2023). Metode *solvent evaporation* digunakan dalam beberapa penelitian, seperti pada pembuatan mikrokapsul ekstrak daun *M. Gigantea* dan *Sonneratia alba*. Dalam kedua penelitian tersebut, penggunaan polimer seperti Eudragit E100 dan Ethocel 10 Cp. Mikrokapsul yang dihasilkan pada penelitian tersebut menghasilkan mikrokapsul yang dapat mempertahankan kandungan antioksidan dalam ekstrak (Muhaimin et al., 2020, 2022).

Metode mikroenkapsulasi dengan *freeze drying* merupakan metode enkapsulasi yang paling umum digunakan berdasarkan dehidrasi melalui sublimasi sampel yang dibekukan. *Freeze drying* adalah teknik mikroenkapsulasi yang cocok untuk senyawa bioaktif yang sensitif, karena zat-zat tersebut tidak terpapar suhu tinggi. Metode *freeze-drying* digunakan dalam beberapa penelitian seperti pada pembuatan mikrokapsul ekstrak *Cherokee blackberry*, *Elsholtzia ciliata*, *Curcumin*, *Galactagogue*, *Red beet (Beta Vulgaris L.)*. Pada pembuatan mikrokapsul *Cherokee blackberry*, kombinasi maltodekstrin, gom arab, dan pektin berhasil membuat mikrokapsul yang

dapat meningkatkan senyawa fenolik selama pencernaan *In Vitro* (Oro et al., 2023).

Pada pembuatan mikrokapsul *Elsholtzia Ciliata* menggunakan kombinasi *skim milk*, *sodium caseinate*, *gum arabic*, dan maltodekstrin bertujuan untuk membuat mikrokapsul yang dapat meningkatkan daya rekat pada mukosa bukal dan lambung (Pudziuelyte et al., 2019). Pada pembuatan mikrokapsul *curcumin* menggunakan *Modified Corn Starch*, *Maltodextrin*, *Gelatin*, *B-Cyclodextrin*, *Tamarind Gum*, *Pectin*, *Gelatin*, *Inulin* menghasilkan mikrokapsul yang stabilitas terhadap panas dan asam (Guo et al., 2020). Pada pembuatan mikrokapsul ekstrak *Galactagogue* menggunakan polimer sodium tripolyphosphate dan kitosan menghasilkan mikrokapsul dengan karakteristik fisikokimia yang sesuai (Yousefi et al., 2019). Pada pembuatan mikrokapsul ekstrak *Red beet (Beta Vulgaris L.)* menggunakan kombinasi polimer maltodekstrin dan *xanthan gum* menghasilkan mikrokapsul dengan sifat fisikokimia dan laju alir yang baik (Antigo et al., 2018).

Metode mikroenkapsulasi dengan *fluid bed* merupakan teknik mikroenkapsulasi yang digunakan untuk mengenkapsulasi obat ke dalam partikel yang dilapisi. Di mana partikel padat dicampur dengan bahan pelapis kering yang dipanaskan untuk mengelilingi inti partikel. Partikel padat atau cairan yang diserap ke dalam padatan berpori disuspensikan di atas aliran udara diikuti dengan aplikasi bahan pelapis menggunakan semprotan cair. Cangkang yang dihasilkan di padatkan dengan pendinginan atau penguapan pelarut, dan prosesnya diulang sampai dinding mikrokapsul mencapai ketebalan yang diinginkan (Tomaro-Duchesneau et al., 2013).

Penelitian terkini menggunakan metode ini pada mikroenkapsulasi Ekstrak kulit manggis, *Phoenix Dactylifera* L. dan ekstrak *Rosmarinus Officinalis*. Pada Mikroenkapsulasi ekstrak kulit manggis menggunakan polimer HPMC & PVA menghasilkan mikrokapsul kelarutannya meningkat dan dapat menjaga stabilitas antioksidan (Sriwidodo et al., 2022). Pada mikroenkapsulasi ekstrak *Phoenix Dactylifera* L. menggunakan polimer *Maltodextrin*, *A. Maurorum Gum* dan *MCT Oil*, menghasilkan mikrokapsul dengan kualitas karakteristik yang baik, stabilitas meningkat dan meningkatkan memperpanjang umur simpan (Afshari et al., 2023). Pada mikroenkapsulasi ekstrak *Rosmarinus Officinalis* dengan menggunakan polimer maltodekstrin dan gum arabic. Penelitian ini menghasilkan mikrokapsul dengan sifat fisikokimia yang baik (Benelli & Oliveira, 2019).

Metode mikroenkapsulasi yang sering digunakan yaitu *spray drying*, karena teknik ini menghasilkan penguapan air yang cepat dan menjaga suhu partikel tetap rendah. Sebelum pengeringan semprot, bahan dinding dicampur dengan suspensi yang mengandung komponen yang dienkapsulasi melalui homogenisasi intensif (Rigon & Zapata Noreña, 2016). Pada mikroenkapsulasi curcumin dengan kombinasi polimer *Modified Corn Starch*, Maltodextrin, Gelatin, *B-Cyclodextrin*, Tamarind Gum, *Pectin*, Gelatin, Inulin menghasilkan mikrokapsul yang stabilitas meningkat terhadap panas dan asam (Guo et al., 2020). Pada mikroenkapsulasi *Red Beet Extract* (*Beta Vulgaris* L.) dengan kombinasi polimer Maltodextrin dan Xanthan Gum menghasilkan mikrokapsul dengan sifat fisikokimia dan laju alir yang baik (Antigo, Bergamasco and Madrona, 2018).

Mikroenkapsulasi ekstrak daun teh hijau dengan menggunakan kombinasi polimer Maltodekstrin, Gum Arab dan Kitosan menghasilkan mikrokapsul dengan higroskopisitas menurun, stabilitas dan umur simpan meningkat (Zokti et al., 2016). Pada mikroenkapsulasi ekstrak kunyit dengan kombinasi polimer *Brown Rice Flour* (BRF) dan *Beta-Cyclodextrin* (B-CD) menghasilkan mikroenkapsulasi dengan rasa yang tertutupi (Laokuldilok et al., 2016). Pada mikroenkapsulasi ekstrak kulit manggis dengan polimer Maltodextrin dari Arenga Starch menghasilkan mikrokapsul dengan stabilitas yang meningkat (Kusmayadi et al., 2019) pada mikroenkapsulasi ekstrak *Ruellia Tuberosa* L. dan *Cosmos Caudatus* K. dengan kombinasi polimer Chitosan dan *Sodium Tripolyphosphate* (Na-TPP) menghasilkan mikroenkapsulasi yang memiliki aktivitas menghambat alfa amilase dan aktivitas antioksidan (Annisa, Prasetyawan and Safitri, 2022). Pada mikroenkapsulasi ekstrak kulit coklat dengan polimer maltodextrin menghasilkan mikrokapsul yang kaya akan antioksidan tanpa meningkatkan persepsi rasa negative (Grassia et al., 2021). Pada mikroenkapsulasi *Plant Extract* dengan kombinasi polimer Chitosan, Gum Arabic, Maltodekstrin menghasilkan mikrokapsul dengan stabilitas yang meningkat (Buanasari, Sugiyo and Rustaman, 2021). Pada mikroenkapsulasi ekstrak dan fraksi daun *M. Oleifera* menggunakan polimer maltodekstrin menghasilkan mikrokapsul yang stabil pada saat penyimpanan (Vonghirundecha et al., 2022).

Metode mikroenkapsulasi memiliki beragam pendekatan, termasuk *ionic gelation*, *spray wet microencapsulation* (SWM), *solvent evaporation*, *freeze drying*, *fluid*

bed, dan *spray drying*. Melalui interaksi antara polimer dengan polimer bermuatan berlawanan atau polikation/polyanion, metode *ionic gelation* mampu menghasilkan mikrokapsul dengan meningkatkan stabilitas ekstrak seperti pada penelitian menggunakan pectin. SWM, dengan larutan matriks yang disemprotkan ke dalam larutan berlawanan, efektif dalam mengekapsulasi ekstrak seperti kunyit, menutupi rasa pahitnya.

Sementara itu, *solvent evaporation* menggunakan emulsi untuk mikroenkapsulasi bahan hidrofobik dan hidrofilik, seperti pada ekstrak daun *M. Gigantea* dan *Sonneratia Alba*, mempertahankan kandungan antioksidan. *Freeze drying* cocok untuk senyawa bioaktif sensitif, digunakan dalam mikroenkapsulasi berbagai ekstrak seperti *Cherokee Blackberry* dan *Curcumin*, menjaga stabilitas fisik dan kimiawi. Teknik *fluid bed* memungkinkan pengenkapsulan obat ke dalam partikel, seperti pada ekstrak kulit manggis dan *Rosmarinus Officinalis*, meningkatkan stabilitas dan kualitas karakteristik. Terakhir, *spray drying* yang cepat dan menjaga suhu rendah digunakan dalam mikroenkapsulasi pada senyawa seperti *curcumin*, ekstrak *Red Beet*, dan daun teh hijau, meningkatkan stabilitas terhadap panas, sifat fisikokimia yang baik, dan memperpanjang umur simpan yang diperpanjang.

KESIMPULAN

Dalam artikel ini, membahas mengenai penggunaan teknologi mikroenkapsulasi pada ekstrak bahan alam. Ada beberapa metode yang digunakan, seperti *ionic gelation*, *spray wet microencapsulation* (SWM), *solvent evaporation*, *freeze drying*, *fluid bed*, dan *spray drying*. Setiap

metode memiliki cara unik dalam melindungi zat inti dengan lapisan polimer, sehingga menghasilkan mikrokapsul berguna seperti mengurangi kelembaban, mendapatkan karakteristik fisikokimia yang sesuai, laju alir yang baik, mempertahankan senyawa bioaktif, menurunkan higroskopisitas, meningkatkan stabilitas, meningkatkan umur simpan, meningkatkan kelarutan, menutupi rasa, menjaga kandungan antioksidan dan aktivitas farmakologi ekstrak bahan alam. Ini berarti, penggunaan teknologi mikroenkapsulasi menjanjikan peningkatan dalam pemanfaatan ekstrak bahan alam dalam berbagai industri farmasi, kosmetik dan aplikasi klinis.

DAFTAR PUSTAKA

- Afshari, K., Javanmard Dakheli, M., Ramezan, Y., Bassiri, A., & Ahmadi Chenarbon, H. (2023). Physicochemical and control releasing properties of date pit (*Phoenix dactylifera* L.) phenolic compounds microencapsulated through fluidized-bed method. *Food Science & Nutrition*, 11(3), 1367-1382.
- Aguilera-Chávez, S. L., Gallardo-Velázquez, T., Meza-Márquez, O. G., & Osorio-Revilla, G. (2022). Spray Drying and Spout-Fluid Bed Drying Microencapsulation of Mexican Plum Fruit (*Spondias purpurea* L.) Extract and Its Effect on *In Vitro* Gastrointestinal Bioaccessibility. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/app12042213>
- Annisa, C., Prasetyawan, S., & Safitri, A. (2022). Co-microencapsulation of *Ruellia*

- tuberosa L. and Cosmos caudatus K. Extracts for Pharmaceutical Applications. *Makara Journal of Science*, 26(2), 96-106. <https://doi.org/10.7454/mss.v26i2.1334>
- Antigo, J. L. D., Bergamasco, R. de C., & Madrona, G. S. (2018). Effect of pH on the stability of red beet extract (*Beta vulgaris* L.) microcapsules produced by spray drying or freeze drying. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38(1), 72-77. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.34316>
- Benavides, S., Cortés, P., Parada, J., & Franco, W. (2016). Development of alginate microspheres containing thyme essential oil using ionic gelation. *Food Chemistry*, 204, 77-83.
- Benelli, L., & Oliveira, W. P. (2019). Fluidized bed coating of inert cores with a lipid-based system loaded with a polyphenol-rich *Rosmarinus officinalis* extract. *Food and Bioprocess Technology*, 114, 216-226.
- Buanasari, Sugiyo, W., & Rustaman, H. (2021). Preparation and evaluation of plant extract microcapsules using Chitosan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/755/1/012063>
- Budin, A. C., Takano, L. V., Alvim, I. D., & de Moura, S. C. S. R. (2023). Stability of yerba mate extract, evaluation of its microencapsulation by ionic gelation and fluidized bed drying. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16611>
- Dima, C., Pătrașcu, L., Cantaragiu, A., Alexe, P., & Dima, Ș. (2016). The kinetics of the swelling process and the release mechanisms of *Coriandrum sativum* L. essential oil from chitosan/alginate/inulin microcapsules. *Food Chemistry*, 195, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.044>
- Duman, F., & Kaya, M. (2016). Crayfish chitosan for microencapsulation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil. *International Journal of Biological Macromolecules*, 92, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.ijbio mac.2016.06.068>
- Grassia, M., Messina, M. C., Marconi, E., Şakiyan Demirkol, & Ö, Erdoğan, F., Sarghini, F., Cinquanta, & L., Corona, & O., & Planeta, & D. (2021). Microencapsulation of Phenolic Extracts from Cocoa Shells to Enrich Chocolate Bars. <https://doi.org/10.1007/s11130-021-00917-4>/Published
- Guo, J., Li, P., Kong, L., & Xu, B. (2020). Microencapsulation of curcumin by spray drying and freeze drying. *LWT*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109892>
- Hasyim, N., Indayanti, N., Hasan, N., & Pattang, Y. (2016). Pembuatan dan Evaluasi Mikrokapsul Ekstrak Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Dengan Metode Emulsifikasi Ganda Penguapan Pelarut Menggunakan Polimer Eudragit®. In *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences* (Vol. 1, Issue 2).
- Kusmayadi, A., Adriani, L., Abun, A., Muchtaridi, M., & Tanuwiria, U. H. (2019). The microencapsulation of mangosteen peel extract with maltodextrin from arenga starch: Formulation and characterization. *Journal of*

- Applied Pharmaceutical Science, 9(3), 33-40. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2019.90306>
- Laokuldilok, N., Thakeow, P., Kopermsub, P., & Utama-Ang, N. (2016). Optimisation of microencapsulation of turmeric extract for masking flavour. *Food Chemistry*, 194, 695-704. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.150>
- Michalak, M. (2023). Plant extracts as skin care and therapeutic agents. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(20), 15444.
- Muhaimin, M., Latifah, N., Chaerunisaa, A. Y., Amalia, E., & Rostinawati, T. (2022). Preparation and characterization of *Sonneratia alba* leaf extract microcapsules by solvent evaporation technique. *Int. J. Appl. Pharm*, 77-82.
- Muhaimin, M., Yusnaidar, Y., Syahri, W., Latief, M., & Chaerunisaa, A. Y. (2020). Microencapsulation of macaranga gigantea leaf extracts: Production and characterization. *Pharmacognosy Journal*, 12(4), 716-724. <https://doi.org/10.5530/pj.2020.12.104>
- Oro, C. E. D., Paroul, N., Mignoni, M. L., Zobot, G. L., Backes, G. T., Dallago, R. M., & Tres, M. V. (2023). Microencapsulation of Brazilian Cherokee blackberry extract by freeze-drying using maltodextrin, gum Arabic, and pectin as carrier materials. *Food Science and Technology International*, 29(3), 255-265.
- Ozkan, G., Franco, P., De Marco, I., Xiao, J., & Capanoglu, E. (2019). A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. *Food Chemistry*, 272, 494-506. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.205>
- Pratama, R., Abdassah, M., & Chaerunisaa, A. Y. (2021). Stabilitas Bahan Alam dalam Mikroenkapsulasi. *Majalah Farmasetika*, 6(3), 213-222.
- Pudziuvelyte, L., Marksa, M., Jakstas, V., Ivanauskas, L., Kopustinskiene, D. M., & Bernatoniene, J. (2019). Microencapsulation of *Elsholtzia ciliata* herb ethanolic extract by spray-drying: impact of resistant-maltodextrin complemented with sodium caseinate, skim milk, and beta-cyclodextrin on the quality of spray-dried powders. *Molecules*, 24(8), 1461.
- Rigon, R. T., & Zapata Noreña, C. P. (2016). Microencapsulation by spray-drying of bioactive compounds extracted from blackberry (*Rubus fruticosus*). *Journal of Food Science and Technology*, 53, 1515-1524.
- Samran, S., & Dalimunthe, G. I. (2018). The formulation of dry curcuma (*Curcuma xanthorrhiza* roxb.) extract microcapsules by spray wet microencapsulation techniques. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(3), 226-229. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i3.22608>
- Sefat, F., Farzi, G., & Mozafari, M. (2023). Principles of Biomaterials Encapsulation: Volume Two. Elsevier.
- Sobel, R. (2022). Microencapsulation in the Food Industry: A Practical Implementation Guide. Academic Press.
- Sriwidodo, S., Pratama, R., Umar, A. K., Chaerunisa, A. Y., Ambarwati, A. T., & Wathoni,

- N. (2022). Preparation of Mangosteen Peel Extract Microcapsules by Fluidized Bed Spray-Drying for Tableting: Improving the Solubility and Antioxidant Stability. *Antioxidants*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/antiox11071331>
- Tomaro-Duchesneau, C., Saha, S., Malhotra, M., Kahouli, I., & Prakash, S. (2013). Microencapsulation for the therapeutic delivery of drugs, live mammalian and bacterial cells, and other biopharmaceutics: current status and future directions. *Journal of Pharmaceutics*, 2013.
- Vonghirundecha, P., Chusri, S., Meunprasertdee, P., & Kaewmanee, T. (2022). Microencapsulated functional ingredients from a *Moringa oleifera* leaf polyphenol-rich extract: Characterization, antioxidant properties, *In Vitro* simulated digestion, and storage stability. *LWT*, 154, 112820.
- Wathoni, N., Yuan Shan, C., Yi Shan, W., Rostinawati, T., Indradi, R. B., Pratiwi, R., & Muchtaridi, M. (2019). Characterization and antioxidant activity of pectin from Indonesian mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) rind. *Heliyon*, 5(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02299>
- Wati, R. R., Sriwidodo, S., & Chaerunisa, A. Y. (2022). Peningkatan Stabilitas Fitokonstituen melalui Pendekatan Mikroenkapsulasi. *Majalah Farmasetika*, 7(1), 39-51.
- Yousefi, M., Khorshidian, N., Mortazavian, A. M., & Khosravi-Darani, K. (2019). Preparation optimization and characterization of chitosan-tripolyphosphate microcapsules for the encapsulation of herbal galactagogue extract. *International Journal of Biological Macromolecules*, 140, 920-928. <https://doi.org/10.1016/j.ijbio mac.2019.08.122>
- Zokti, J. A., Baharin, B. S., Mohammed, A. S., & Abas, F. (2016). Green tea leaves extract: Microencapsulation, physicochemical and storage stability study. *Molecules*, 21(8). <https://doi.org/10.3390/molecules21080940>