



Review Artikel: Peran Mikroenkapsulasi Dalam Memproduksi Tablet Menggunakan Bahan Aktif Alam

Priska Elisabeth Enga¹, Ahmad Samsu Raafi¹, Maria Devi Arisanti Tefa¹, Azizah Nurul Inayah¹, Aurora Nurandini¹, Meylani Sutoro¹, Muhammad Reza Pahlevi*² 

¹Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Bhakti Kencana, Jawa Barat, Indonesia

²Kelompok Keilmuan Farmasetika dan Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Bhakti Kencana, Kota Bandung, Indonesia

Info Artikel

Artikel review

Riwayat Proses Artikel

Submitted : 19 Maret 2026

Revised : 26 Maret 2026

Accepted : 30 April 2026

Corresponding author

Muhammad Reza Pahlevi

 muhammad.rezapahlevi@bku.ac.id

Implikasi teoritis dan praktis:

Review artikel ini berkontribusi pada wacana teoritis dengan menggambarkan keterkaitan antara karakteristik fisikokimia zat alami, klasifikasi polimer pemancar, dan metodologi mikroenkapsulasi yang digunakan. Sintesis dari beragam temuan empiris mengungkapkan pola koheren yang menunjukkan bahwa setiap teknik baik pengeringan semprot, gelasi ionik, atau ikatan silang—memberikan pengaruh yang berbeda pada stabilitas, morfologi, kadar air, dan kemanjuran enkapsulasi.



Hak Cipta: © 2025 oleh penulis. Pemegang lisensi JMF, Institut Kesehatan Karsa Husada Garut, Indonesia. Artikel ini adalah artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons

Atribusi (CC BY-NC-SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ABSTRAK

Pendahuluan: Mikroenkapsulasi merupakan teknik formulasi yang bertujuan melindungi senyawa aktif dari degradasi lingkungan, meningkatkan stabilitas, serta memaksimalkan ketersediaan hayati bahan alam. Teknologi ini juga mampu mengatasi volatilitas, ketidakstabilan, serta karakteristik sensorik yang kurang mendukung pada bahan herbal. **Telaah** ini disusun melalui pencarian literatur secara sistematis dari berbagai database elektronik untuk mengidentifikasi metode mikroenkapsulasi yang digunakan dalam pengembangan sediaan padat berbahan alam. **Metode:** Menggunakan metode gelasi ionotropik, pengeringan semprot, dan pengikatan silang telah berhasil diterapkan pada bahan seperti kunyit putih, kulit melinjo merah, minyak jeruk purut, dan ekstrak daun pepaya. **Hasil:** Setiap metode menghasilkan mikrokapsul dengan karakter fisik yang stabil, efisiensi enkapsulasi yang baik, serta kelayakan sebagai bahan baku tablet. **Pengeringan semprot** pada rosella bahkan menghasilkan efisiensi enkapsulasi mencapai 97,73%, sedangkan beberapa formulasi daun pepaya masih menunjukkan kadar air dan kadar udara di atas batas optimal sehingga memerlukan optimasi proses. **Kesimpulan.** mikroenkapsulasi terbukti efektif dalam meningkatkan stabilitas dan mutu bahan alam, serta berpotensi besar untuk mendukung pengembangan sediaan farmasi berbasis padat yang lebih stabil, terstandarisasi, dan mudah diaplikasikan.

Kata Kunci : Bahan Alam, mikronkapsulasi, *spray drying*, *freeze drying*

ABSTRACT

Introduction: This review was conducted through a systematic literature search across electronic databases to identify microencapsulation methods applied in the development of natural-based solid dosage forms. **Method:** The results indicate that ionotropic gelation, spray drying, and cross-linking methods have been successfully applied to materials such as white turmeric, red melinjo peel, kaffir lime oil, and papaya leaf extract. **Result:** These methods produced microcapsules with stable physical characteristics, satisfactory encapsulation efficiency, and suitability as raw materials for tablet formulation. *Spray drying* of roselle extract demonstrated an encapsulation efficiency of 97.73%, whereas several papaya leaf formulations exhibited moisture and air content exceeding optimal limits, indicating the need for process optimization. **Conclusion.** Microencapsulation proves to be an effective approach for enhancing the stability and quality of natural ingredients, offering substantial potential for the development of more stable, standardized, and applicable solid pharmaceutical dosage forms.

Keywords: Natural product, mikroencapsulations, *spray drying*, *freeze drying*

PENDAHULUAN

Mikroenkapsulasi adalah suatu metode untuk

menginkorporasikan komponen aktif ke dalam partikel berukuran mikro dengan tujuan meningkatkan stabilitas dan

ketersediaan hayati, serta melindungi senyawa dari berbagai faktor lingkungan seperti degradasi akibat panas, oksidasi, dan paparan kelembapan. Selain itu, teknik ini efektif dalam meminimalkan permasalahan yang berkaitan dengan bahan herbal yang bersifat mudah menguap serta mengurangi karakteristik sensorik yang kurang diinginkan dan berpotensi menurunkan daya terima. (Stevi et al., 2025)

Penerapan teknologi inovatif ini memiliki peran penting dalam mengoptimalkan mekanisme pelepasan obat, meningkatkan efektivitas proses penyerapan, serta mempertahankan stabilitas senyawa aktif selama tahap penyimpanan maupun formulasi (Al-farini et al., 2025)

Penelitian tersebut berhasil mengembangkan metode mikroenkapsulasi berbasis minyak kedelai untuk formulasi *Small-Quantity Lipid-Based Nutrient Supplements* (SQ-LNS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan mikroenkapsulasi secara signifikan meningkatkan efisiensi enkapsulasi, memperbaiki morfologi partikel, serta menghasilkan serbuk dengan karakteristik fisik yang memenuhi persyaratan untuk proses pembuatan tablet. (Hasrini et al., 2017)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Stevi et al., 2025 Menunjukkan bahwa pada sistem ekstrak daun pepaya, proses mikroenkapsulasi berbasis natrium alginat–kitosan mampu mempertahankan stabilitas senyawa aktif, mengendalikan kadar air, serta memberikan sifat daya apung yang berperan penting dalam memperpanjang waktu retensi sediaan di lambung, sehingga mendukung terjadinya penyerapan yang lebih optimal.

Secara bersamaan, (Al-farini et al., 2025) menunjukkan bahwa mikroenkapsulasi ekstrak daun salam memuncak dalam peningkatan kelarutan ekstrak, pengurangan kadar air hingga tingkat mulai dari 0,47% hingga 2,14%, dan pemeliharaan stabilitas fisikokimia setelah siklus pengujian, sehingga membuat ekstrak lebih dapat diformulasikan menjadi bentuk tablet padat yang stabil. Investigasi yang dilakukan oleh (Nining et al, 2017) menjelaskan bahwa penerapan pengeringan semprot bersamaan dengan penggabungan maltodekstrin menghasilkan mikrokapsul rosella yang stabil, non-higroskopis, berukuran seragam, menunjukkan efisiensi enkapsulasi yang mengesankan sebesar 97,73%. Selain itu, pengeringan semprot memfasilitasi transformasi ekstrak menjadi bahan baku yang cocok untuk produksi tablet herbal dengan meningkatkan kemampuan mengalir dan meningkatkan karakteristik kelarutan.

BAHAN DAN METODE

Penulisan artikel tinjauan ini dilakukan menggunakan

metode penelusuran literatur secara sistematis melalui media daring. Proses pencarian dilakukan dengan mengakses berbagai basis data elektronik, termasuk *Google Scholar* dan jurnal-jurnal di bidang farmasi, guna mengidentifikasi artikel yang relevan. Kata kunci yang digunakan meliputi “bahan alami”, “mikroenkapsulasi”, “sediaan padat”, serta “mikroenkapsulasi bahan alami”. Kriteria inklusi mencakup artikel hasil uji klinis, tinjauan pustaka, dan tinjauan sistematis yang dipublikasikan dalam jurnal nasional tanpa pembatasan tahun terbit. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi laporan kasus, opini ahli, literatur yang tidak dipublikasikan, serta artikel yang tidak sesuai dengan tujuan dan pertanyaan penelitian. Seluruh proses pencarian dilakukan secara selektif untuk memastikan sumber yang digunakan memiliki kredibilitas, relevansi tinggi, dan keterkinian dalam mendukung kajian pengembangan sediaan padat berbasis bahan alami melalui teknik mikroenkapsulasi.

HASIL DAN DISKUSI
Metode pembuatan mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi merupakan suatu teknik formulasi yang bertujuan untuk membungkus bahan aktif ke dalam kapsul berukuran mikro, sehingga memungkinkan terjadinya pelepasan zat aktif secara terkontrol dan bertahap sesuai dengan kebutuhan terapeutik. Penerapan metode ini memiliki berbagai manfaat, antara lain meningkatkan ketersediaan hayati, menurunkan potensi iritasi pada saluran cerna, melindungi senyawa aktif dari pengaruh lingkungan yang merugikan, serta mendukung sistem penghantaran obat yang terkendali. (Stevi et al., 2025)

Mikroenkapsulasi dapat diterapkan melalui berbagai metode yang disesuaikan dengan karakteristik bahan atau zat aktif yang akan dienkapsulasi. Secara umum, teknik-teknik tersebut dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu proses kimia, proses fisikokimia, dan metode fisik (Setyowati et al., 2022).

Bahan alam yang melalui peroses mikronkapsulasi

Mikroenkapsulasi diterapkan pada berbagai bahan alam dengan tujuan meningkatkan stabilitas, menurunkan potensi efek samping serta risiko toksikologis, dan memperpanjang waktu pelepasan zat aktif. Tabel 1 yang disusun berdasarkan hasil sejumlah penelitian menunjukkan beragam bahan alam yang telah dimikroenkapsulasi menggunakan berbagai pendekatan metodologis, mencakup teknik kimia, fisik, dan fisikokimia (Setyowati et al., 2022).

Tabel 1. Perbandingan berbagai Bahan Alam dengan Metode Mikroenkapsulasi

Bahan	Peyalut	Metode	Hasil	Sumber
Ekstrak Etanol Kunyit Putih	Natrium Alginat,Gra m Kitosan	Gelasi Ionik (Ionic Gelation)	Hasilnya menunjukkan mikroenkapsulasi yang berhasil dengan temuan penting di beberapa tes.	(Mai et al., 2025)

Minyak Jeruk Purut	Kitosan Dan Glutaraldehid (Rasio 1:2)	Ikatan Silang	proses mikroenkapsulasi berhasil menciptakan mikrokapsul minyak kapur kaffir dengan ikatan silang yang dikonfirmasi, efisiensi enkapsulasi sedang, dan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap <i>Pseudomonas aeruginosa</i> untuk durasi terbatas.	(Susanti et al., 2016)
Rimpang Temulawak (<i>Curcuma Xanthorrhiza</i> Roxb.)	Sodium Alginat	Spray Drying	mikrokapsul dari ketiga formula (1, 2, dan 3) tidak menunjukkan puncak endotermik yang tajam, melainkan puncak yang lebar dan rata. Ini menunjukkan bahwa ekstrak etanolik rimpang jahe berhasil dilapisi oleh natrium alginat	(Ahmadi et al., 2019)
Minyak Kulit Jeruk Nipis (<i>Citrus Aurantifolia</i>),	Etil Selulosa	Proses Mikroenkapsulasi Mengikuti Metode Dua Tahap, Khususnya Difusi Pelarut Emulsi/Koagulasi	berhasil mengkaraktirasi minyak kulit jeruk nipis dan menghasilkan mikrokapsul menggunakan etil selulosa, menunjukkan kondisi optimal untuk proses mikroenkapsulasi dan sifat-sifat mikrokapsul yang dihasilkan.	(Hindun et al., 2017)
Phycocyanin	Maltodekstrin	Spray Drying	Phycocyanin, diekstrak dari mikroalga, diakui sebagai senyawa bernilai tinggi dengan aplikasi potensial dalam farmasi, zat pewarna, dan peningkatan nutrisi makanan. Ini sangat melimpah dalam mikroalga <i>Spirulina</i> , yang merupakan lebih dari 20% dari berat keringnya dan berfungsi sebagai pigmen vital dan sumber protein	(Nasyarudin, 2016)
Daun Pepaya (<i>Carica Papaya</i> L.)	Natrium Alginat Dan Kitosan	Spray Drying	Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua formulasi tetap stabil selama siklus penyimpanan dalam hal warna, aroma, rasa, dan tekstur. Nilai rata-rata kadar air pada sediaan mikroenkapsulasi 24%, 20,5%, 28%, dan 18,7%. Formulasi mikroenkapsulasi mampu melekat dalam kondisi asam di lambung, tetapi menunjukkan penurunan daya lekat dalam kondisi basa di usus	(Stevi et al., 2025)
Kulit Melinjo Merah (<i>Gnetum Gnetum</i> L.)	Arabic Gum (Gum Arab)	Spray Drying	Penelitian ini mengkaraktirasi ekstrak kulit melinjo merah (<i>Gnetum gnetum</i> L.), mikrokapsulnya, dan minuman bubuk effervescent. Ekstrak mengandung 19,41 mg/g total karotenoid, 27,86 mg GAE/g total fenolik, dan 30,60 mg QE/g total flavonoid. Minuman effervescent yang optimal, menggunakan mikrokapsul	(Siregar dan Gunawan, 2025)

			0,5g dan rasio asam sitrat terhadap asam tartarat 1:2, memiliki 0,05 mg/g total karotenoid, pH 6,03, volume busa 129,17 mL, dan dilarutkan dalam 156,17 detik.	
Mata Tuna (<i>Thunnus Sp.</i>)	Arabic Gum (Gum Arab)	Kompresi	Studi ini berhasil mengidentifikasi Formula F3. Formulasi ini memenuhi standar kualitas untuk minyak mata tuna dan <i>Spirulina</i> dan menunjukkan karakteristik fisik yang unggul, termasuk kerapuhan terendah ($0,55\% \pm 0,02\%$) dan waktu disintegrasi tercepat (di bawah 12 menit) dan juga menunjukkan peningkatan stabilitas terhadap oksidasi dan mempertahankan aktivitas air yang menguntungkan selama penyimpanan,	(Agatis, 2024)
Herbal Sirih China (<i>Peperomia Pellucida L.</i>)	Natrium Alginate Dan Kitosan	Gelasi Ionik	Mikroenkapsulasi dengan konsentrasi 0,75% menunjukkan morfologi paling kompak dan halus, kadar air terendah (0,64%), serta kestabilan fisik terbaik. Semua formulasi mampu mengapung, dengan waktu apung terlama pada konsentrasi 0,25% selama 8 jam. Tidak terdapat perubahan fisik signifikan setelah enam siklus suhu ekstrem	(Prima, 2025)
Minyak Sawit	Maltodextrin Dan Isolat Protein Kedelai	Spray Dryer	Spray dryer menghasilkan mikrokapsul CPO dengan karakteristik yang menguntungkan, dengan formulasi 1:1,6 terbukti optimal untuk hasil, kandungan karotenoid, dan efisiensi enkapsulasi. Mikrokapsul yang dihasilkan berbentuk bulat, halus dan memiliki struktur kristal, meningkatkan stabilitas dan potensi fortifikasi makanan.	(Hasrini et al., 2017)
Daun Salam	Hpmc 30% & Kitosan	Spray Drying	Pada konsentrasi 25-30%, kitosan memberikan adhesi lebih rendah sekitar 27-32% kadar polifenol setelah wash-off lebih rendah signifikan struktur granul mudah terlepas dibandingkan HPMC	(Rustiani et al., 2022)
Daun Kenikir	Maltodextrin	Spray Drying	Proses pencampuran ekstrak etanol daun kenikir (bahan inti) dengan maltodekstrin dan whey protein isolate (bahan penyalut) dengan rasio tertentu (1:10 dan 1:20), kemudian dilarutkan dalam air, diultrasonikasi, dan di-spray dry pada suhu inlet yang bervariasi (125, 150, dan 175°C) (Paini et al., 2015). Perlakuan terbaik untuk mikrokapsul ekstrak daun kenikir, yang menghasilkan	(Siregar dan Kristianti., 2019)

			karakteristik paling baik, adalah pada rasio bahan inti:bahan penyalut 1:20 dan suhu inlet spray drying 125°C.	
Daun Pepaya	Natrium Alginat + Kitosan	Spray & Drying	Konsentrasi ekstrak 0,75% memiliki kadar air terendah yaitu 18,7%. Formula tetap stabil warna, aroma, rasa, dan tekstur selama 6 siklus pengujian pH Asam Mikro kapsul mampu bertahan dan memiliki daya lekat yang konsisten (mukoadhesif), melindungi bahan aktif dari asam lambung. Terjadi penurunan daya lekat yang signifikan yang menandakan matriks mikro kapsul terbuka/terurai untuk melepaskan bahan aktif di usus sesuai target.	(Mai et al., 2025)
Ekstrak Etanol Daun Salam	Natrium Alginat + Kitosan	Gelasi Ionik	Mikro kapsul memiliki waktu terapung cepat (<2 menit) dan total terapung hingga 6 jam. Kadar air rendah (0,47–2,14%) dan stabil setelah cycling test. SEM menunjukkan bentuk partikel yang seragam.	(Al-farini et al., 2025)
Ekstrak Etanol Daun Pepaya	Keraginan	Gel Keraginan + Pengerinan	Mikro kapsul stabil setelah 6 siklus cycling test tanpa perubahan fisik. Kadar air 18,7–28%. Mampu menempel pada mukosa lambung hingga 120 menit.	(Stevi et al., 2025)
Likopen Tomat	Keraginan	Freeze Drying	Efisiensi penyalutan tinggi (82,64%) dan karaginan mampu melindungi likopen dari panas dan oksidasi. Rendemen karaginan 53,33% dan mikro kapsul stabil.	(Tadulako et al., 2019)
Asetosal (Asam Salisilat)	Acryl Eze 930 (Polimer Eudragit Aqueous)	Ekstrusi-Sferonisasi	Sferoid terbentuk baik melalui ekstrusi-sferonisasi. Penyalut enterik melindungi dalam media asam, namun profil pelepasan belum memenuhi monografi lepas tunda.	(Rahmat Santoso et al, 2019)
Bunga Rosella	Maltodextrin	Spray Drying	Penambahan maltodekstrin meningkatkan karakteristik fisik bubuk, seperti mengurangi higroskopisitas dan peningkatan kelarutan, dengan formulasi R2 menunjukkan efisiensi enkapsulasi yang optimal dan pemulihan produk. Mikro kapsul yang dihasilkan berbentuk bulat dengan ukuran partikel menurun karena kandungan maltodekstrin meningkat, dan semua produk memenuhi kriteria pelarut residu.	(Nining et al., 2017)

Setelah dilakukan mikroenkapsulasi pada bahan alam diantaranya Kunyit putih yang mengandung kurkuminoid, minyak esensial, polisakarida, dan antioksidan diferuloilmetana, yang mendukung potensinya sebagai bahan obat. (Mai et al., 2025) Proses pembuatan

mikro kapsul dimulai dengan mencampurkan natrium alginat, kitosan, dan ekstrak kunyit putih dalam aquadest menggunakan magnetik stirrer. Alginat ditambahkan perlahan, diikuti kitosan dan ekstrak hingga homogen. Campuran dimasukkan ke dalam spuit dan diteteskan ke

dalam larutan CaCl_2 0,15 M hingga terbentuk mikrokapsul basah. Mikrokapsul direndam selama 10 menit kemudian disaring, lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 40°C selama 12 jam. (Mai *et al.*, 2025)

Metode yang digunakan adalah penyemprotan kering (*spray drying*). *Spray drying* adalah satuan operasi dimana produk cair dikabutkan pada saat gas panas masuk untuk memperoleh bubuk. Gas yang digunakan umumnya adalah udara atau kadang-kadang memakai gas inert seperti nitrogen. Tahap pertama yang dilakukan memasukkan umpan cair awal pada sprayer, bisa berupa larutan, emulsi atau suspensi (Nasyarudin, 2016). Hasil *spray drying* tergantung pada bahan umpan masuk dan kondisi operasi, bubuk yang sangat halus ($10\text{--}50\ \mu\text{m}$) atau partikel ukuran besar ($2\text{--}3\ \text{mm}$). Pelepasan molekul air dengan larutan *spray drying* adalah praktek rekayasa yang umum. Dengan mengurangi kadar air dan aktivitas air, *spray drying* umumnya digunakan dalam industri makanan untuk memastikan stabilitas mikrobiologis produk, menghindari risiko kimia dan / atau degradasi biologis, mengurangi biaya penyimpanan dan transportasi, dan akhirnya memperoleh produk dengan sifat khusus (Nasyarudin, 2016).

Bahan Bahan penyalut Arabic Gum dilarutkan dalam air pada suhu 60°C dengan perbandingan bahan penyalut dan air 1:15 (w/v), setelah itu diultrasonikasi dengan frekuensi 47 kHz selama 6 menit. Ekstrak kulit melinjo merah dicampur dengan larutan bahan penyalut dengan perbandingan 1:20 (0,2 g ekstrak dan 4 g bahan penyalut), lalu dilarutkan dengan air destilasi hingga volumenya mencapai 100 ml. Larutan feed yang diperoleh dimasukkan ke dalam alat *spray drying* untuk proses mikroenkapsulasi dengan suhu inlet 150°C , suhu outlet 72°C , aspirator 100%, pump 30%, dan Q-flow 4 cm ($\pm 600\ \text{ml/h}$) (Siregar dan Gunawan, 2025)

Pada minyak jeruk purut, mikroenkapsulasi dilakukan menggunakan metode ikatan silang dengan Kitosan dan Glutaraldehid dengan perbandingannya 1:2. 3.6.3.1 Karakterisasi dengan Spektrofotometer FTIR Sampel mikrokapsul minyak jeruk purut disiapkan sebanyak 1mg, kemudian dicampur dengan 750 mg kalium bromida (KBr). Campuran sampel dan KBr di kompres menjadi lapisan tipis. Pelet discan pada resolusi $4\ \text{cm}^{-1}$ dengan 10 scan dalam range spectra dari 4000 – 500 cm. Mikrokapsul dengan berbagai model yang telah dibuat (A1-A3 dan B1-B3) disiapkan. Sampel dilakukan karakterisasi untuk mengetahui distribusi ukuran partikel mikrokapsul yang terbentuk menggunakan indrumen PSA (Susanti *et al.*, 2016). Pada daun pepaya, mikroenkapsulasi menggunakan metode metode ionotropic gelation. Setelah dilakukan evaluasi diperoleh hasil pengujian stabilitas yang dilakukan melalui metode *cycling test* selama enam siklus menunjukkan bahwa semua formulasi mikrokapsul mampu mempertahankan kestabilannya dengan baik. Pengamatan yang diamati terkait warna dan tekstur tidak menunjukkan adanya perubahan yang terjadi sepanjang siklus pengujian. Salah satu pengujian yang penting dalam menjaga kestabilan suatu

sediaan adalah kadar air. Hasil pengujian kadar air tertinggi terdapat pada formulasi 3 sebesar 28%, sementara kadar air terendah terdapat pada formulasi 4 sebesar 18,75%. Namun, tingkat kadar air yang diperoleh masih melebihi batas yang optimal yaitu $< 10\%$. Hal ini Evaluasi Formulasi Sediaan Floating Mikroenkapsulasi yang Mengandung Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) kemungkinan terjadi akibat suhu pengeringan yang belum cukup optimal. (Stevi *et al.*, 2025)

KESIMPULAN

Mikroenkapsulasi berbagai bahan alam seperti kunyit putih, kulit melinjo merah, minyak jeruk purut, dan ekstrak daun pepaya berhasil dilakukan menggunakan beberapa metode, yaitu ionotropic gelation, *spray drying*, dan cross-linking. Setiap metode menunjukkan kemampuan melindungi komponen aktif serta membentuk mikrokapsul dengan karakter fisik yang sesuai. Namun, beberapa formulasi, seperti pada ekstrak daun pepaya, masih memiliki kadar air yang melebihi batas optimal sehingga diperlukan optimasi proses pengeringan. Secara keseluruhan, mikroenkapsulasi mampu meningkatkan stabilitas, kemudahan aplikasi, serta potensi penggunaan bahan alam sebagai sediaan farmasi.

REFERENSI

- Agatis, J. (2024). Karakteristik Fisikokimia Tablet Berbasis Mikrokapsul Minyak Fahri Sinulingga , Wini Trilaksani *, Iriani Setyaningsih *Evaluation of Physicochemical Characteristics of Tuna ' s Eye Oil Microcapsule-Spirulina Tablets*. 27.
- Ahmadi, A., Halim, A., & Oktarin, K. (2019). Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb .) dengan Penyalut Natrium Alginat Menggunakan Metode Penyemprotan Kering. 11(2).
- Al-farini, R. Y., Yunus, M., & Dharmawan, H. (2025). Evaluasi Formulasi Sediaan Floating Mikroenkapsulasi yang Mengandung Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*). 4.
- Hasrini, R. F., Zakaria, F. R., Adawiyah, D. R., & Suparto, I. H. (2017). *Maltodekstrin Dan Isolat Protein Kedelai [Microencapsulation of Crude Palm Oil Using Maltodextrin and Soy Protein Isolate]*. 28(1), 10–19. <https://doi.org/10.6066/jtip.2017.28.1.10>
- Hindun, S., Rusdiana, T., Abdasah, M., & Hindritiani, R. (2017). Potensi Limbah Kulit Jeruk Nipis (*Citrus auronfolia*) Sebagai Inhibitor Tirosinase. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 4(2), 64. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v4i2.12642>
- Prima, U. (2025). Evaluasi Formulasi Sediaan Floating Mikroenkapsulasi yang Mengandung Ekstrak Etanol Herba Sirih Cina (*Peperomia pellucida* L .) *Program Studi Sarjana Farmasi Klinis Fakultas Kedokteran , Kedokteran PUI Phytodegeneratif and Lifesyle Medicine , Indonesia*. 4(Mardikasari 2020).

- Tadulako, U., Bumi, K., & Tondo, T. (2019). mikroenkapsulasi ekstrak likopen buah tomat (*Lycopersicum pyriforme*) tersalut tepung rumput laut *Eucheuma cottoni*. 5(April), 30–38.
- Mai, R., Br, D., Novriani, E., & Dharmawan, H. (2025). Evaluasi Formulasi Sediaan Floating Mikroenkapsulasi yang Mengandung Ekstrak Etanol Kunyit Putih (*Curcuma Zedoaria Rosc .*). 5.
- Nasyarudin, M. (2016). Pembuatan Mikrokapsul Phycocyanin Menggunakan Maltodekstrin sebagai Bahan Pelapis dengan Metode *Spray Drying*. 1–7.
- Nining et al, 2017. (2017). Pengeringan ekstrak bunga rosela (. 4(2), 65–71.
- Siregar, T. M., & Kristanti, C. (2019). Mikroenkapsulasi Senyawa Fenolik Ekstrak Daun Kenikir (*Cosmos caudatus K .*). 8(1), 31–37.
- Rahmat Santoso, Rahma Ziska, A. D. P. (2019). Formulasi Dan Evaluasi Mikrokapsul Salut Enterik Asetosal Menggunakan Penyalut Acryl- Eze®93o Dengan Metode Ekstrusi Dan Sferonisasi. 6(1).
- Rustiani, E., Sari, B. L., Safira, D., Izmah, N., & Farmasi, P. S. (2022). Mikrogranul Mukoadhesif Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum* (*Wight .*)) Dengan Perbedaan. 8(1), 39–46.
- Setyowati, P. (2022). Pengaruh Enkapsulasi Khamir *Saccharomyces cerevisiae* dengan Variasi Konsentrasi Natrium Alginat terhadap kualitas roti (Doctoral dissertation, Unoversitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Siregar, T. M., & Gunawan, C. (2025). *Aplikasi mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah (Gnetum gnemon L .) pada minuman serbuk effervescent*. 19(4), 862–874. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v19i4.21294>
- Stevi, G., Saragih, N., Yunus, M., & Dharmawan, H. (2025). Evaluasi Formulasi Sediaan Floating Mikroenkapsulasi yang Mengandung Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica Papaya L .*). 5.
- Susanti, R. D. W. I., Kimia, J., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., Alam, P., & Brawijaya, U. (2016). Mikroenkapsulasi Minyak Jeruk Purut (*Citrus hystrix D . C .*) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antibakteri Mikroenkapsulasi Minyak Jeruk Purut (*Citrus hystrix D . C .*) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antibakteri.