



Evaluasi Formulasi Sediaan Floating Mikroenkapsulasi yang Mengandung Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*)

Rahma Yulina Al-Farini¹, Razoki^{2*}, Muhammad Yunus³, Hariyadi Dharmawan Syahputra⁴

¹Program Studi Sarjana Farmasi Klinis Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi & Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Indonesia

²PUI Phytodegeneratif and Lifesyle Medicine, Universitas Prima Indonesia, Indonesia

Korespondensi penulis : razoki@unprimdn.ac.id

Abstract : *Ethanol extract of bay leaves is known to have pharmacological activities such as anti-inflammatory, antihypertensive, and antidiabetic. However, its stability and solubility are still challenges. Therefore, a microencapsulation-based delivery system with floating characteristics that can last longer in the stomach was developed. This study aims to evaluate floating microencapsulation preparations containing ethanol extract of bay leaves (*Syzygium polyanthum*) as an effort to increase the effectiveness and bioavailability of active substances orally. The results showed that microencapsulation had a total floating of more than 4 hours with a water content of 0.47% -2.14%. Stability tests showed no significant changes in physical and chemical characteristics after cycling tests.*

Keywords: *Bay Leaves, Floating, Microencapsulation.*

Abstrak : Ekstrak etanol daun salam dikenal memiliki aktivitas farmakologis seperti antiinflamasi, antihipertensi, dan antidiabetes. Namun, stabilitas dan kelarutannya masih menjadi tantangan. Oleh karena itu dikembangkan sistem penghantaran berbasis mikroenkapsulasi dengan karakteristik floating yang mampu bertahan lebih lama di lambung. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sediaan floating mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*) sebagai upaya untuk meningkatkan efektivitas dan bioavailabilitas zat aktif secara oral. Hasil menunjukkan bahwa mikroenkapsulasi memiliki total floating lebih dari 4 jam dengan kadar air 0,47% -2,14%. Uji stabilitas menunjukkan tidak ada perubahan yang signifikan terhadap karakteristik fisik dan kimia setelah dilakukan cycling test.

Kata Kunci: Daun Salam, Mikroenkapsulasi, Floating

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan bahan alami dalam bidang farmasi semakin menjadi fokus utama penelitian, terutama karena potensi mereka dalam menghasilkan produk obat yang lebih efektif dan aman. Salah satu sumber bahan alami yang telah lama dikenal memiliki beragam manfaat kesehatan adalah daun salam (*Syzygium polyanthum*). Daun salam telah terbukti memiliki aktivitas antiinflamasi, antimikroba, dan antioksidan yang kuat, membuatnya menarik untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan aktif dalam formulasi farmasi (Rizkiana Husnia et al. 2022). Diabetes melitus merupakan suatu kondisi penyakit kronis yang ditandai dengan meningkatnya konsentrasi glukosa dalam darah. Penanganan penyakit ini menuntut pengelolaan yang optimal, baik melalui intervensi farmakologis maupun penyesuaian pola hidup, guna mencegah munculnya komplikasi yang bersifat progresif. Sejumlah studi ilmiah telah mengindikasikan bahwa ekstrak daun salam memiliki potensi sebagai agen antidiabetik. Kandungan zat bioaktif dalam daun

tersebut, seperti flavonoid dan polifenol, diyakini mampu meningkatkan respons tubuh terhadap insulin serta menurunkan kadar gula darah, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai terapi pendamping dalam pengelolaan diabetes melitus secara menyeluruh (Budianto, Liniwati, Arijana, Wahtuniari, & Wiryawan, 2022).

Namun, salah satu kendala dalam penggunaan bahan alami seperti ekstrak daun salam adalah efisiensi penyerapan dan stabilitasnya. Pengembangan sediaan farmasi yang efektif untuk mengatasi masalah ini menjadi penting untuk memaksimalkan potensi terapeutik dari ekstrak daun salam. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan teknologi mikroenkapsulasi, di mana bahan alami dapat dienkapsulasi dalam partikel-partikel mikroskopis untuk meningkatkan efisiensi penyerapan, stabilitas, dan kontrol pelepasan (Pratama, Abdassah, and Chaerunisaa 2021).

Namun, salah satu kendala dalam penggunaan bahan alami seperti ekstrak daun salam adalah efisiensi penyerapan dan stabilitasnya. Senyawa aktif dalam ekstrak sering kali tidak stabil atau memiliki bioavailabilitas yang rendah ketika diberikan dalam bentuk sediaan farmasi konvensional. Hal ini dapat mengurangi efektivitas terapi dan mempengaruhi konsistensi hasil klinis. Oleh karena itu, pengembangan sediaan farmasi yang efektif untuk mengatasi masalah ini menjadi penting untuk memaksimalkan potensi terapeutik dari ekstrak daun salam. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan teknologi mikroenkapsulasi, di mana bahan alami dapat dienkapsulasi dalam partikel-partikel mikroskopis untuk meningkatkan efisiensi penyerapan, stabilitas, dan kontrol pelepasan (Pratama, Abdassah, and Chaerunisaa 2021).

Mikroenkapsulasi tidak hanya melindungi senyawa aktif dari degradasi lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan bioavailabilitas dan memungkinkan kontrol pelepasan yang lebih baik. Oleh karena itu, dalam konteks ini, penelitian bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap formulasi sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam. Penelitian ini akan mencakup analisis *in vitro* untuk mengevaluasi aktivitas farmakologis, uji disolusi untuk mengetahui profil pelepasan senyawa aktif dan evaluasi formulasi untuk mengoptimalkan karakteristik fisikokimia dari sediaan mikroenkapsulasi tersebut (Fitri, Kiromah, and Widiastuti 2020). Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang potensi penggunaan teknologi mikroenkapsulasi dalam meningkatkan formulasi sediaan farmasi yang mengandung ekstrak daun salam. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan produk-produk

farmasi yang inovatif dan berkualitas, khususnya dalam pengelolaan diabetes melitus dan penyakit kronis lainnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Daun Salam (*Syzygium polyanthum*)

Daun salam merupakan salah satu tanaman yang memiliki berbagai manfaat baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam bidang kesehatan. Tanaman ini termasuk ke dalam famili Myrtaceae dan dikenal dengan nama ilmiah *Syzygium polyanthum*. Daun salam sering digunakan sebagai bumbu dapur karena aromanya yang khas, namun selain itu, daun ini juga memiliki potensi sebagai bahan obat herbal yang telah banyak diteliti (Wahyudi et al. 2024). Kandungan Kimia Daun Salam Flavonoid pada daun salam merupakan senyawa yang berperan sebagai antioksidan alami. Senyawa ini mampu menetralkan radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan jaringan dalam tubuh. Selain flavonoid, tanin juga memiliki manfaat sebagai agen antibakteri yang efektif melawan mikroorganisme penyebab infeksi. Kandungan minyak atsiri pada daun salam menghasilkan aroma khas yang juga memiliki aktivitas antimikroba. Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi senyawa fitokimia ini berkontribusi pada potensi daun salam sebagai bahan dasar dalam pengembangan obat herbal (Fitri, Kiromah, and Widiastuti 2020).

Ekstrak Etanol Daun Salam

Ekstrak etanol daun salam merupakan hasil dari proses pemisahan senyawa aktif menggunakan pelarut etanol. Metode ini dianggap efisien karena etanol mampu melarutkan senyawa dengan polaritas menengah hingga tinggi, seperti flavonoid, tanin, dan fenolik. Etanol juga bersifat aman dan umum digunakan dalam industri farmasi. Tujuan dari ekstraksi ini adalah untuk memperoleh senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan dalam formulasi sediaan farmasi. Proses ekstraksi yang sering digunakan mencakup metode maserasi, perkolasi, dan sonikasi. Maserasi, misalnya, adalah metode sederhana di mana daun yang telah dikeringkan direndam dalam etanol selama beberapa hari pada suhu ruang. Di sisi lain, metode perkolasi memungkinkan pelarut mengalir secara kontinu melalui bahan tanaman, sehingga menghasilkan ekstraksi yang lebih efektif. Metode sonikasi memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mempercepat proses ekstraksi senyawa bioaktif dari matriks tanaman (Fitri, Kiromah, and Widiastuti 2020). Kandungan bioaktif dalam ekstrak etanol daun salam sangat beragam. Flavonoid, salah

satu komponen utama, memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas (Ayu et al. 2024). Tanin dalam ekstrak ini dikenal efektif sebagai agen antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Nabil and Kafesa 2024). Selain itu, fenolik dalam ekstrak daun salam menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang signifikan. Kombinasi senyawa bioaktif ini memberikan dasar kuat untuk pemanfaatan daun salam dalam aplikasi farmasi, termasuk sebagai bahan aktif dalam formulasi sediaan obat (Rudiana, Indriatmoko, and Komariah 2020).

Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi adalah teknologi yang bertujuan untuk melapisi atau membungkus bahan aktif dengan bahan penyalut dalam bentuk partikel kecil atau mikro. Teknologi ini digunakan untuk melindungi bahan aktif dari pengaruh lingkungan seperti oksidasi, cahaya, kelembapan, atau suhu tinggi, serta untuk mengatur pelepasan bahan aktif sesuai dengan kebutuhan farmakologis. Dalam bidang farmasi, mikroenkapsulasi digunakan untuk meningkatkan stabilitas, bioavailabilitas, dan efisiensi penghantaran bahan aktif sehingga dapat memberikan efek terapeutik yang lebih optimal (Fitri, Kiromah, and Widiastuti 2020). Pemanfaatan ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*) dalam teknologi mikroenkapsulasi menawarkan solusi untuk meningkatkan stabilitas senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang rentan terhadap degradasi akibat faktor lingkungan (Fitri, Kiromah, and Widiastuti 2020). Metode seperti gelasi ionik, spray drying, dan koaservasi kompleks digunakan untuk melindungi bahan aktif ini. Gelasi ionik, dengan polimer seperti kitosan dan natrium alginat, membentuk lapisan pelindung yang memungkinkan pelepasan terkontrol di saluran cerna, memastikan efek terapeutik optimal. Spray drying efektif menghasilkan mikrokapsul dengan stabilitas dan umur simpan yang lebih baik menggunakan maltodekstrin sebagai bahan penyalut. Koaservasi kompleks, memanfaatkan interaksi antara polimer bermuatan, juga meningkatkan perlindungan senyawa bioaktif. Penelitian oleh Mulyani et al. (2022) menunjukkan bahwa metode ini mampu menjaga stabilitas dan efisiensi pelepasan bahan aktif, menjadikannya relevan untuk pengembangan produk farmasi berbasis bahan alami (Amani, Pranowo, and Wijana 2024).

Sediaan Floating

Sediaan floating adalah salah satu teknologi sistem penghantaran obat yang dirancang untuk mengapung di dalam cairan lambung sehingga memperpanjang waktu retensi obat di lambung. Sistem ini bermanfaat untuk obat-obatan yang memiliki sifat larut atau stabil pada lingkungan asam lambung, atau yang lebih efektif diabsorpsi di saluran cerna bagian atas. Prinsip utama dari sediaan floating adalah perbedaan densitas antara sediaan dan cairan lambung. Dengan densitas yang lebih rendah dari cairan lambung, sediaan dapat mengapung dalam waktu tertentu sambil melepaskan bahan aktif secara perlahan (Nurisna Utami, Hajrin, and Muliasari 2021).

Formulasi Tablet Ekstrak Daun Salam

Formulasi tablet adalah proses pengembangan obat dalam bentuk padat yang dirancang untuk memberikan dosis tepat dari bahan aktif dalam bentuk yang mudah dikonsumsi (Ni'matul Fauziah et al. 2024). Dalam hal ini, ekstrak etanol daun salam digunakan sebagai bahan aktif utama karena kandungan senyawa bioaktifnya, seperti flavonoid, tanin, dan fenolik, yang memiliki potensi sebagai agen farmakologis. Formulasi tablet bertujuan untuk meningkatkan stabilitas bahan aktif, mempermudah konsumsi, dan memastikan pelepasan bahan aktif yang terkendali di saluran cerna (Pratiwi, Citrariana, and Gemantari 2023).

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental. Penelitian ini melibatkan proses pembuatan dan evaluasi sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam, yang merupakan sebuah intervensi atau perlakuan khusus. Metode eksperimental memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel-variabel tertentu dan mengukur efek perlakuan tersebut terhadap variabel lainnya. Lokasi penelitian dilakukan di Lab Universitas Prima Indonesia. Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Januari sampai April 2025. Dalam konteks penelitian ini, hewan uji yang paling relevan digunakan adalah tikus putih. Tikus putih dipilih karena merupakan salah satu model hewan yang umum digunakan dalam penelitian farmasi dan ilmu kedokteran. Sampel untuk penelitian ini terdiri dari tikus putih strain SpragueDawley dan Wistar yang dipilih secara teliti untuk mengevaluasi efektivitas formulasi sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam. Sebanyak 30 individu tikus Sprague-Dawley akan ditetapkan sebagai kelompok perlakuan, menerima perlakuan dengan sediaan

mikroenkapsulasi yang bersangkutan. Sebagai kontrol, 30 individu tikus Wistar akan menjadi kelompok kontrol negatif, menerima perlakuan dengan larutan placebo.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah HPMC, Natrium alginate, aquadest, CaCl_2 , Kitosan, Tween 80, NaOH 0,1 N. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Timbangan Analitik (Precisa XB 220A), Oven (Mettler), Spektrofotometer UV (Jenway 6800), Stirrer (Model SS30, disintegration tester. Formula acuan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh (Mardikasari et al. 2020). Proses pembuatan mikroenkapsulasi dimulai dengan melarutkan 2 gram ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*) dalam 100 ml NaOH 0,1N. Dalam wadah terpisah, Natrium Alginat dilarutkan dalam aquadest dengan konsentrasi 1% dan 2%, serta kitosan dilarutkan dalam asam asetat dengan konsentrasi 0,05% dan 0,1%. Kemudian, larutan ekstrak daun salam dan larutan alginat yang telah homogen dicampur dan ditetaskan ke dalam larutan CaCl_2 menggunakan syringe 22 G, menghasilkan butiran mikrokapsul basah. Butiran mikrokapsul direndam dalam CaCl_2 selama 10 menit, lalu disaring menggunakan kertas saring. Setelah disaring, butiran mikrokapsul direndam dalam larutan Tween 80 dengan konsentrasi 3% selama 10 menit. Selanjutnya, butiran disaring kembali, direndam dalam larutan kitosan selama 10 menit, kemudian disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C sebelum dilakukan karakterisasi (Kilis, Kawauwan, Sambou, & Lengkey, 2020).

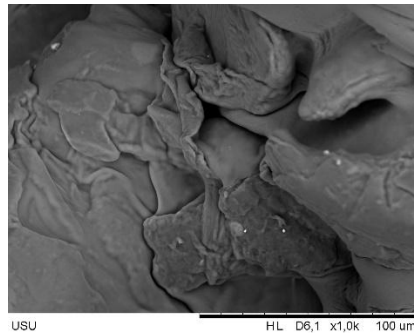
Dalam penelitian ini, metode analisis data menggunakan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) akan dilakukan untuk mengevaluasi berbagai aspek dari formulasi sediaan floating mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam. Langkah pertama dalam desain eksperimen adalah penentuan variabel, di mana variabel bebas meliputi konsentrasi polimer, suhu pengeringan, kecepatan aliran udara, dan konsentrasi ekstrak daun salam, sedangkan variabel terikat mencakup stabilitas mikrokapsul, efisiensi penyerapan, profil pelepasan senyawa aktif, dan aktivitas farmakologis. Data yang dikumpulkan meliputi hasil uji *in vitro* aktivitas farmakologis, uji disolusi, dan karakteristik fisikokimia dari sediaan mikroenkapsulasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

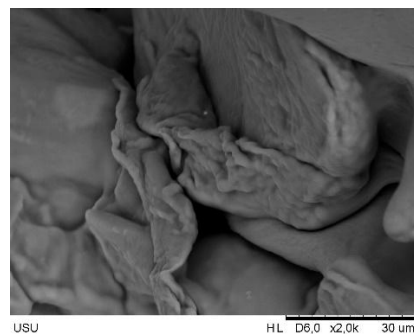
Hasil Penelitian

a. Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

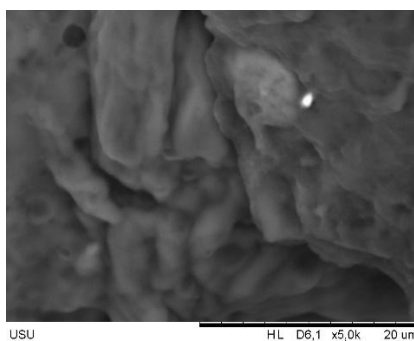
Sediaan mikroenkapsulasi dilakukan pengujian SEM pada sampel yang mengandung ekstrak etanol daun salam dan sampel blanko sebagai pembandingnya dengan tingkat perbesaran 1000x, 2000x, 5000x dan konsentrasi 0,5, 0,25 dan 0,75. Hasil uji SEM ditunjukkan oleh gambar berikut:



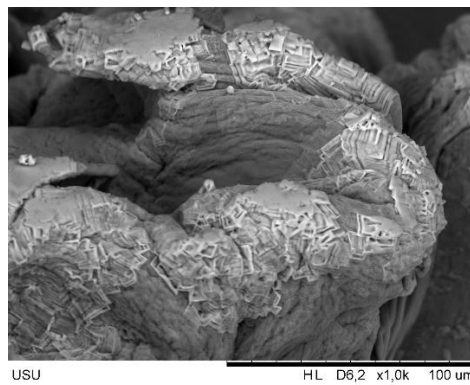
Gambar 1. Hasil Uji SEM pada blanko dengan perbesaran 1000×



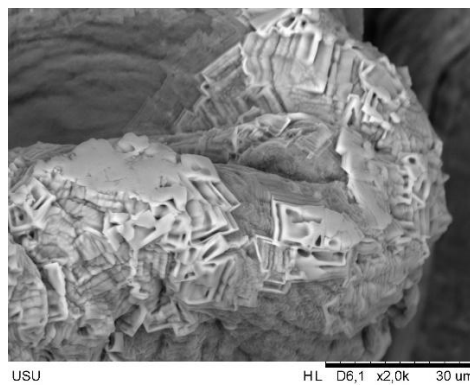
Gambar 2. Hasil Uji SEM pada blanko dengan perbesaran 2000×



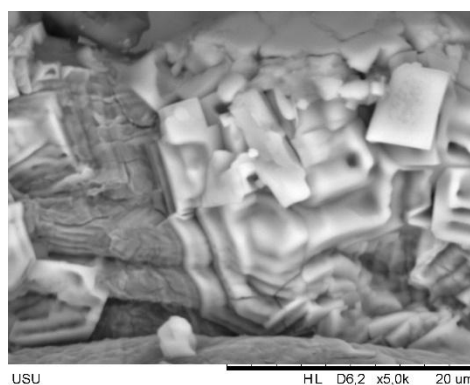
Gambar 3. Hasil Uji SEM pada blanko dengan perbesaran 5000×



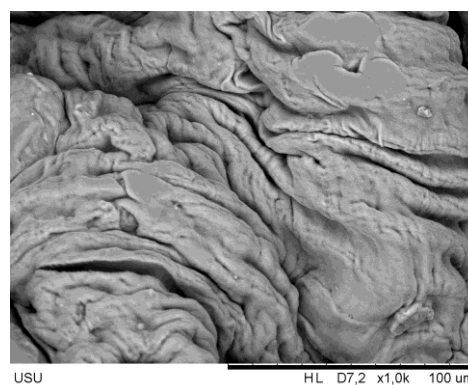
Gambar 4. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,5 perbesaran 1000×



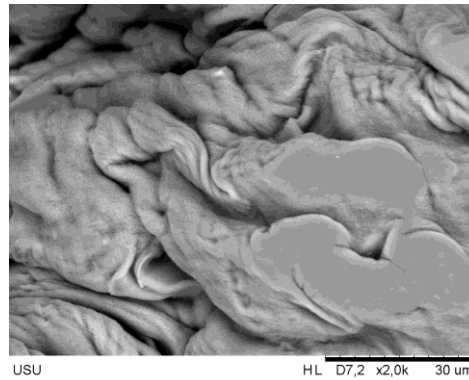
Gambar 5. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,5 perbesaran 2000×



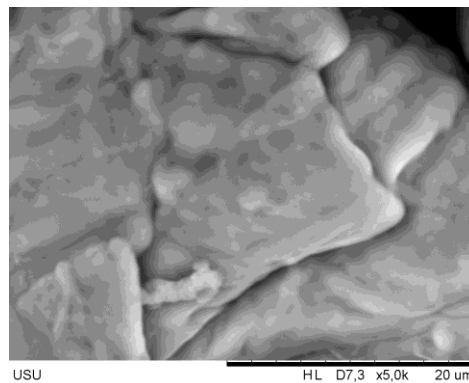
Gambar 6. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,5 perbesaran 5000×



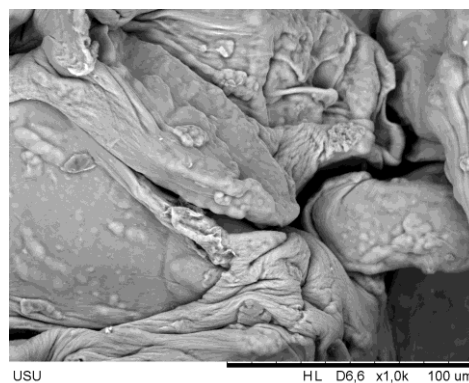
Gambar 7. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,25 perbesaran 1000×



Gambar 8. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,25 perbesaran 2000×



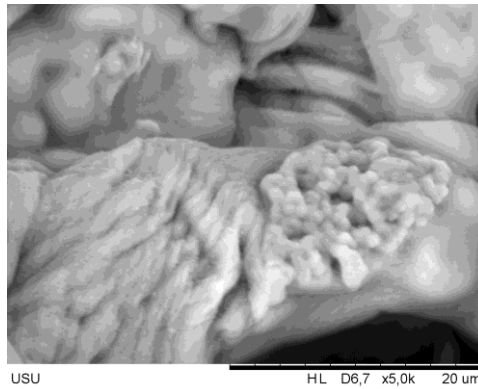
Gambar 9. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,25 perbesaran 5000×



Gambar 10. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,75 perbesaran 1000×



Gambar 11. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,75 perbesaran 2000×



Gambar 12. Hasil Uji SEM pada konsentrasi 0,75 perbesaran 5000×

b. Uji stabilitas

Selain uji SEM, sediaan mikroenkapsulasi juga dilakukan pengujian stabilitas dengan menggunakan metode *cycling test*. Hasil uji stabilitas dapat dilihat pada tabel berikut, yang menunjukkan bahwa sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam tidak mengalami perubahan selama siklus atau dinyatakan tetap stabil pada pengujian stabilitas dengan menggunakan metode *cycling test*.

Tabel 1. Hasil Uji Stabilitas Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Daun Salam

Konsentrasi	Warna	Bentuk	Bau	Tekstur	Perubahan selama siklus	
Blanko	Krim	Bulat	Tidak berbau	Padat, tidak rapuh	Tidak perubahan	ada
0,5	Cokelat terang	Bulat	Khas daun salam	Padat, tidak rapuh	Tidak perubahan	ada
0,25	Cokelat gelap	Bulat	Khas daun salam	Padat, tidak rapuh	Tidak perubahan	ada
0,75	Cokelat gelap	Bulat	Khas daun salam	Padat, tidak rapuh	Tidak perubahan	ada

c. Uji floating

Pengujian mikroenkapsulasi yang lainnya adalah uji floating menggunakan lambung tikus. Uji floating dilakukan untuk mengevaluasi daya apung mikroenkapsulasi. Hasil uji floating ditunjukkan oleh tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji Floating Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Daun Salam

Konsentrasi sampel	Floating Lag Time (menit)	Total Floating Time (jam)
Blanko	< 2 menit	4 jam
0,5	< 2 menit	5 jam
0,25	< 2 menit	6 jam
0,75	< 2 menit	6 jam

d. Uji kadar air

Sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam juga dilakukan pengujian kandungan kadar air. Rumus yang digunakan dalam menghitung jumlah kadar air adalah:

$$\text{Kadar air (\%)} = (\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}) / \text{Berat awal} \times 100\%$$

Hasil pengujian kadar air ditunjukkan oleh tabel dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Air Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Daun Salam

Konsentrasi	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Kadar air (%)
Blanko	85.7642	86.1747	0,47
0,5	90.1516	91.6249	1,61
0,25	102.7845	104.4045	1,57
0,75	90.0543	91.9848	2,14

Pembahasan

Ada berbagai macam senyawa aktif yang terkandung dalam daun salam (*Syzygium polyanthum*), seperti tanin, alkaloid, flavonoid, saponin dan steroid (Chusniatun, 2016; Rori dan Sudewi, 2016). Sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam adalah salah satu bentuk formulasi yang menjanjikan dalam pemanfaatan daun salam sebagai obat herbal (Fitri, D., et al., 2019).

Mikroenkapsulasi adalah teknologi yang didasarkan pada pelapisan partikel padat, cair, atau gas melalui agen enkapsulasi yang bertindak sebagai penghalang, mengisolasi bahan inti sepenuhnya dari lingkungan eksternal (Dima C, 2015). Sebagian besar mikrokapsul memiliki diameter pada kisaran 1-1000 μm (Hogenbom, J. et al., 2021). Gom arab, agar, alginate, protein dan dekstrin adalah merupakan beberapa bahan yang digunakan sebagai bahan enkapsulasi dalam proses mikroenkapsulasi (Saber-Riseh, R., et al., 2021). Mikropartikel dapat dibedakan berdasarkan bentuknya: mereka diklasifikasikan sebagai sistem tipe reservoir, 'mikrokapsul', ketika inti (material yang dienkapsulasi) terkonsentrasi di wilayah pusat, dilapisi oleh material dinding kontinu (agen enkapsulasi); atau sistem monolitik, 'mikrosfer', ketika agen aktif (inti) tersebar dalam sistem matriks. Secara umum, perbedaan utamanya adalah bahwa dalam mikrosfer, sebagian dari material yang dienkapsulasi terekspos pada permukaan mikropartikel (Paulo F., et al., 2017). Karena besarnya minat komunitas ilmiah dan industri terhadap mikroenkapsulasi zat aktif, beberapa metode mikroenkapsulasi telah dikembangkan dari waktu ke waktu. Proses enkapsulasi biasanya dibagi menjadi tiga kategori utama: proses fisikokimia, mekanik, dan kimia (Lengyel, M., et al., 2019).

Ada banyak teknik yang umum digunakan dalam mikroenkapsulasi, seperti pembentukan polimer dengan reaksi kimia, spray drying, spray freezing, co-extrusion, layer-by-layer deposition, coacervation, pelapisan fluidized bed, liposome entrapment dan ekstruksi. Fitri et al., mengembangkan nanopartikel kitosan-NaTPP dengan rasio kitosan : ekstrak : NaTPP 1:1:1, 5:1, 10:1. Hasilnya menunjukkan ukuran partikel sesuai dengan nanopartikel dan berpotensi sebagai antidiabetik (Fitri D., et al., 2020). Sherly (2019) memformulasikan ekstrak daun salam ke dalam serbuk melalui spray drying. Hasilnya menunjukkan nilai EE yang tinggi, dengan total tannin yang meningkat dari 71,75 → 343,75 mg GAE/g (naik ~379%) dan flavonoid dari 199,5 → 337,5 mg QE/g (naik ~69%) dengan ukuran partikel ~23µm serta menunjukkan penurunan glukosa darah 30-46% pada mencit (Sherly, 2019).

Pada analisis SEM, mikropartikel hasil mikroenkapsulasi umumnya menunjukkan bentuk bulat, permukaan halus, dan tingkat keberagaman morfologi yang bervariasi tergantung bahan matriksnya. Pada penelitian ini, seperti yang tertera pada gambar 2-13 diatas yang menggunakan natrium alginate 2% dan kitosan 0,05% menunjukkan permukaan yang halus dan rata dengan ukuran partikel rata-rata 1,5-1,8 µm dengan tidak adanya retakan. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Pawestri, S, et al., yang menggunakan pectin-alginat dengan ketebalan < 2% menunjukkan permukaan yang sangat halus dengan rata-rata partikel berukuran 1,3-1,6 µm tanpa ada retakan atau deformasi struktur. Morfologi tersebut menandakan proses spray drying sukses menghasilkan dinding kapsul yang kompak, mengurangi paparan oksidasi eksternal, dan menjaga stabilitas senyawa bioaktif (Pawestri, S., et al., 2024).

Karakterisasi fisikokimia sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam terdiri dari ukuran partikel sebesar ~150-400 µm nanopartikel dan ~23µm mikrokapsul memiliki ukuran yang konsisten untuk stabilitas dan pelepasan terkontrol (Fitri, D., et al., 2020). Nilai efisiensi enkapsulasi (EE) tinggi, dibuktikan dengan peningkatan kandungan tannin dan flavonoid (Sherly, 2019). Kadar air strehan rendah dengan waktu larut yang memadai penting untuk stabilitas dan aplikasi oral. Stabilitas pada proses spray drying menciptakan sediaan padat yang tahan terhadap factor lingkungan (Sherly, 2019). Teknik gelasi ionic menghasilkan nanopartikel yang stabil dan reaktif sesuai target rilis zat aktif (Fitri, D., et al., 2020).

Dalam *Accelerated Thermal Cycling Test*, sediaan mikroenkapsulasi dilakukan pengujian dengan paparan suhu tinggi ke rendah secara berulang untuk menilai integritas fisik dan kestabilan kimia partikel. Pada penelitian ini, seperti yang tertera pada tabel 1

diasas, hasil pengujian menunjukkan bahwa setelah melewati 2 siklus ekstrem yaitu pada suhu beku 4°C dalam lemari es dan meleleh pada suhu 40°C selama 24 jam dihitung sebagai satu siklus dalam oven pada interval waktu tertentu, sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam tidak mengalami perubahan selama satu siklus, yang artinya sediaan mikroenkapsulasi memiliki stabilitas yang bagus. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Nurhasanah et al., yang menyatakan bahwa formulasi mikrokapsul dengan metode spray drying menggunakan maltodekstrin sebagai bahan penyalut menunjukkan stabilitas warna, kelembaban dan senyawa aktif (polifenol dan flavonoid) yang relative baik setelah diuji menggunakan metode cycling test dan penyimpanan pada suhu ruang selama 3 bulan. Tidak ada perubahan signifikan pada morfologi partikel maupun degradasi zat aktif, yang menandakan bahwa sistem mikroenkapsulasi berhasil melindungi ekstrak dari pengaruh lingkungan seperti oksidasi, suhu, dan kelembaban (Nurhasanah, S., et al., 2022).

Pengujian daya apung atau floating dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu sediaan (terutama sediaan gastroretentif) untuk tetap mengapung didalam lambung selama periode waktu tertentu. Pada penelitian ini, seperti yang ditunjukkan oleh tabel 2 diatas bahwa mikrokapsul yang diformulasikan dengan natrium alginate dan kitosan mampu menghasilkan sediaan dengan waktu terapung awal kurang dari 2 menit dan waktu terapung total 6 jam didalam lambung tikus percobaan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Handayani, et al., menunjukkan hasil bahwa sediaan mikrokapsul tetap mengapung dilingkungan lambung tanpa cepat terdorong ke usus, sehingga memungkinkan pelepasan zat aktif seperti flavonoid dan polifenol dari ekstrak daun salam berlangsung lebih lambat dan terkontrol (Handayani, S., et al., 2021).

Pengujian kadar air sangat penting dilakukan dalam evaluasi sediaan mikroenkapsulasi. Dalam penelitian ini, mikrokapsul yang menggunakan bahan penyalut natrium alginate dan kitosan memiliki kadar air yang berkisar antara 0,475 hingga 2,14%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari et al., bahwa mikrokapsul yang berbahan penyalut maltodekstrin dengan metode spray drying memiliki kadar air sekitar 2,5%-4,7%. Kadar air ini berada dalam kisaran yang aman dan sesuai dengan standar stabilitas bahan kering, yaitu dibawah 5%. Kadar air yang rendah mengindikasikan mikrokapsul memiliki daya simpan yang baik dan resiko pertumbuhan mikroorganisme serta degradasi senyawa aktif akibat kelembaban menjadi minimal (Sari, D. P., et al., 2021).

Implikasi penelitian sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam terdiri dari beberapa hal yang penting, diantaranya yaitu pemilihan metode, pemilihan polimer penyalut, pengujian lebih lanjut dan aplikasi lanjutan. Pemilihan metode yang paling ideal untuk proses mikroenkapsulasi adalah *spray drying* untuk mendapatkan serbuk padat dan stabil dan metode ionotropic gelation yang cocok untuk nanopartikel dan rilis prolog. Polimer penyalut yang paling ideal digunakan adalah kitosan (gelasi), maltodekstrin, alginate dan gelatin yang dapat meningkatkan efisiensi dan perlindungan zat aktif (Fitri, D., et al., 2020; Sherly, 2019).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Evaluasi sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak daun salam (*syzygium polyanthum*) menunjukkan bahwa teknik mikroenkapsulasi khususnya menggunakan metode *spray drying* dengan bahan penyalut natrium alginate dan kitosan, mampu menghasilkan sediaan dengan karakteristik fisik dan kimia yang stabil. Mikro kapsul yang dihasilkan memiliki persentase kadar air yang rendah, struktur morfologi yang seragam, kemampuan mengapung yang baik di lingkungan lambung, serta stabilitas yang terjaga selama penyimpanan berdasarkan uji cycling test. Secara keseluruhan, formulasi ini berpotensi besar untuk digunakan sebagai sistem penghantaran zat aktif dalam sediaan oral yang memerlukan pelepasan lambat dan stabilitas tinggi.

Saran

Studi penelitian sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun salam memerlukan pengujian lebih lanjut tentang profil pelepasan in vitro, evaluasi jangka panjang dan uji aktivitas in vivo/klinis dengan pengaplikasian lanjutan pada produk fitofarmaka oral, suplemen, tabir surya, antioksidan topical dan antihiperlipidemia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, S. A., Pranowo, D., & Wijana, S. (2024). Mikroenkapsulasi minuman herbal pokok madura menggunakan spray dryer sebagai imunomodulator. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian Agrotek*, 18(1), 126–135. <https://doi.org/10.21107/agrotek.v18i1.19121>
- Ayu, I. W., Udayan, N. N. W., Triansyah, G. A. P., Kumari, N. P. E. M., Wulandar, N. L. W. E., & Prabandar, A. A. S. S. (2024). Artikel review: Peran antioksidan flavonoid dalam menghambat radikal bebas. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 6(2), 188–197.

- Budianto, R. E., Liniwati, N. M., Arijana, I. G., Wahtuniari, I. A., & Wiryawan, I. G. (2022). Potensi senyawa fitokimia pada tanaman dalam menurunkan kadar glukosa darah pada diabetes melitus. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 548–556.
- Chusniatun, H. K. (2016). Pemanfaatan daun salam (*Eugenia polyanta*) sebagai obat herbal dan rempah penyedap makanan. *Warta LPM*, 19(2), 110–118.
- Dima, C., & Dima, S. (2015). Essential oils in foods: Extraction, stabilization, and toxicity. *Current Opinion in Food Science*, 5, 29–35.
- Fauziah, N., Maulidiyah, M., Putri, S. N. D., Putri, H. A., Veronica, F. P., Khotimah, A. K., Anggrayni, R., Rahmawati, D., & Ambari, Y. (2024). Review artikel: Formulasi tablet menggunakan metode granulasi basah. *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 2(4), 124–133.
- Fitri, D., Kiromah, N. Z. W., & Widiastuti, T. C. (2020). Formulasi dan karakterisasi nanopartikel ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*) pada berbagai variasi komposisi kitosan dengan metode gelasi ionik. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 5(1), 61. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v5i1.39269>
- Ginaris, R. P. (2020). Lotion antioksidan ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* Wight Walp.). *Jurnal Kesehatan Tujuh Belas*, 2(1), 182.
- Handayani, S., Pratiwi, R., & Nugroho, A. E. (2021). Formulasi dan uji in vivo sediaan mikrokapsul floating ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*) pada lambung tikus putih. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 8(1), 55–63.
- Hogenbom, J., Jones, A., Wang, H. V., Pickett, L. J., & Faraone, N. (2021). Synthesis and characterization of β -cyclodextrin-essential oil inclusion complexes for tick repellent development. *Polymers*, 13, 1892.
- Husnia, R., Vitayani, S., Polanunu, N. F. A., Sodikah, Y., & Dahlia. (2022). Uji efektivitas ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 2(1), 25–30. <https://doi.org/10.33096/fmj.v2i1.54>
- Kilis, T. N., Kawauwan, F. A., Sambou, C. N., & Lengkey, Y. K. (2020). Formulasi sediaan salep ekstrak daun salam *Syzygium polyanthum* sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biofarmasetikal Tropis*, 46–53.
- Lengyel, M., Kallai-Szabo, N., Antal, V., Laki, A. J., & Antal, I. (2019). Microparticles, microspheres, and microcapsules for advanced drug delivery. *Scientia Pharmaceutica*, 87, 20.
- Nabil, L., & Kafesa, A. (2024). Variasi aktivitas antibakteri ekstrak etanol tumbuhan dengan kandungan senyawa tanin terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 4(5), 2094–2108. <https://doi.org/10.33024/mahesa.v4i5.14687>
- Nurhasanah, S., Sari, R. M., & Wulandari, L. (2022). Stabilitas mikrokapsul ekstrak daun salam (*Syzygium polyathum*) menggunakan maltodekstrin dengan metode spray drying. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 20(2), 110–117.

- Paulo, F., & Santos, L. (2017). Design experiments for microencapsulation application: A review. *Materials Science and Engineering: C*, 77, 1327–1340.
- Pawestri, S., & Syahbanu, F. (2024). Teknik enkapsulasi antioksidan melalui pengeringan semprot. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(1).
- Pratama, R., Abdassah, M., & Chaerunisaa, A. Y. (2021). Review: Stabilitas bahan alam dalam mikroenkapsulasi. *Majalah Farmasetika*, 6(3), 213. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i3.33172>
- Pratiwi, P. D., Citrariana, S., & Gemantari, B. M. (2023). Bahan tambahan dalam sediaan tablet: Review. *Sinteza*, 3(2), 41–48. <https://doi.org/10.29408/sinteza.v3i2.17472>
- Rori, W. M., & Sudewi. (2016). Formulasi dan evaluasi sediaan tablet ekstrak daun gedi hijau (*Abelmoschus manihot*) dengan metode granulasi basah. *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(2), 243–250.
- Rudiana, T., Indriatmoko, D. D., & Komariah. (2020). Aktivitas antioksidan kombinasi ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 25(1), 20–22. <https://doi.org/10.20956/mff.v25i1.12377>
- Saberi-Riseh, R., Pour, M. M., Mohammadinejad, R., & Thakur, V. K. (2021). Biopolymers for biological control of plant pathogens: Advances in microencapsulation of beneficial microorganisms. *Polymers*.
- Sari, D. P., Nurhasanah, S., & Lestari, W. (2021). Evaluasi karakteristik mikrokapsul ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) dengan maltodekstrin sebagai penyalut. *Jurnal Ilmu Kefarmasian dan Farmasi Klinik*, 10(2), 88–95.
- Sherly. (2019). Mikroenkapsulasi ekstrak serbuk daun salam (*Syzygium polyanthum*) sebagai antihiperqlikemik pada mencit (*Mus musculus* L.) jantan [Skripsi Sarjana, Universitas Atma Jaya Yogyakarta].
- Utami, N., Hajrin, W., & Muliasari, H. (2021). Formulasi sediaan lotion ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*) dan penentuan nilai SPF secara in vitro. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 6(2), 77–83. <https://doi.org/10.21776/ub.pji.2021.006.02.2>
- Wahyudi, D. R. A. P., Syahfitri, D., Adelia, D., & Salsabila, R. F. (2024). Daun salam (*Syzygium polyanthum*): Rempah khas Indonesia dengan berbagai manfaat farmakologi: Literature review. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 4(3), 423–437. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v4i3.28452>