

Evaluasi Formulasi Sediaan Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Herba Seledri (*Apium graveolens L.*)

Najwa Aisyah¹, Razoki^{2*}, Hariyadi Dharmawan Syahputra³

¹⁻³ Universitas Prima Indonesia, Indonesia

E-mail: najwaaisyah211@gmail.com^{1,3}, razoki@unprimdn.ac.id^{2*}

*Penulis Korespondensi: razoki@unprimdn.ac.id²

Abstract. Celery (*Apium graveolens L.*) is an herbal plant containing bioactive compounds such as flavonoids, alkaloids, tannins, saponins, and triterpenoids that have the potential to lower blood glucose levels. However, the stability and absorption of its active compounds still need to be developed. One effort to improve the stability and effectiveness of the extract is through microencapsulation technology. This study aims to formulate and evaluate the physical characteristics of microencapsulated preparations containing celery herb ethanol extract. The method used includes making the extract by maceration technique using 80% ethanol, then formulation using alginate and chitosan polymers with ionic gelation method using CaCl₂ solution. Evaluation of the preparation includes stability test, water content and adhesion test on the gastric mucosa. The results showed that the microcapsules remained stable, there were no physical changes after six cycles. The adhesion test showed that the extract concentration of 0% (blank) had the highest adhesion ability and the lowest water content was 0.25%.

Keywords: Alginate Polymer; Celery Herb; Ethanol Extract; Evaluation; Microencapsulation.

Abstrak. Seledri (*Apium graveolens L.*) merupakan tanaman herbal yang mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan triterpenoid yang berpotensi menurunkan kadar glukosa darah. Namun, stabilitas dan penyerapan senyawa aktifnya masih perlu dikembangkan. Salah satu upaya untuk meningkatkan stabilitas dan efektivitas ekstrak adalah melalui teknologi mikroenkapsulasi. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan dan mengevaluasi karakteristik fisik sediaan mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol herba seledri. Metode yang digunakan meliputi pembuatan ekstrak dengan teknik maserasi menggunakan etanol 80%, kemudian formulasi menggunakan polimer alginat dan kitosan dengan metode gelasi ionik menggunakan larutan CaCl₂. Evaluasi sediaan meliputi uji stabilitas, kadar air dan uji daya lekat pada mukosa lambung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikrokapsul tetap stabil, tidak terdapat perubahan fisik setelah enam siklus. Uji daya lekat menunjukkan konsentrasi ekstrak 0% (blanko) adalah kemampuan melekat paling tinggi dan kadar air terendah yaitu konsentrasi 0,25%.

Kata Kunci: Ekstrak Etanol; Evaluasi; Herba Seledri; Mikroenkapsulasi; Polimer Alginat.

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki keanekaragaman sumber daya alam yang tinggi, termasuk kekayaan tanaman obat tradisional. Sejak ribuan tahun lalu, masyarakat Indonesia telah memanfaatkan berbagai jenis tumbuhan sebagai alternatif pengobatan. Bagian tanaman seperti akar, buah, batang, daun, dan umbi digunakan untuk mengatasi berbagai jenis penyakit. Indonesia tercatat sebagai negara dengan jumlah tanaman obat tradisional terbanyak kedua di dunia setelah Brasil (Razoki dan Nerly 2024). Dari banyaknya tanaman obat, seledri (*Apium graveolens L.*) adalah salah satu jenis herbal yang memiliki potensi besar dan sering digunakan secara tradisional karena kandungan bahan bioaktifnya yang berfungsi dalam memelihara kesehatan serta mengatasi berbagai penyakit.

Seledri (*Apium graveolens L.*) merupakan tanaman dari famili Apiaceae yang telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional. Hasil skrining fitokimia yang dilaporkan oleh Hesturini et al. (2022) menunjukkan bahwa seledri mengandung berbagai senyawa bioaktif, antara lain alkaloid, tanin, saponin, triterpenoid, dan flavonoid, yang diketahui memiliki aktivitas dalam menurunkan kadar glukosa darah. Namun, pemanfaatan ekstrak seledri sebagai bahan alam masih menghadapi kendala berupa stabilitas yang rendah. Ekstrak tanaman cenderung mudah terdegradasi akibat pengaruh lingkungan, serta memiliki kelarutan dan bioavailabilitas yang terbatas, sehingga berpotensi menurunkan efektivitas biologis selama penyimpanan maupun penggunaan (Wati et al., 2022).

Perkembangan teknologi farmasi telah berkembang pesat dalam beberapa tahun belakangan ini. Mikroenkapsulasi merupakan salah satu teknologi formulasi yang memiliki keunggulan dalam mempertahankan kadar obat dalam darah atau jaringan secara stabil dan merata dalam waktu yang lebih panjang, sehingga efektivitas terapeutik dapat dicapai tanpa perlu pemberian dosis berulang (Neswita et al., 2022).

Mikroenkapsulasi adalah teknik pelapisan zat inti menggunakan polimer untuk membentuk partikel berukuran mikro. Zat inti dapat berupa fase padat, cair, maupun gas yang terbungkus oleh dinding polimer sehingga terlindungi dari pengaruh lingkungan, dengan ukuran partikel berkisar antara 5–5000 μm . Komponen utama mikroenkapsulasi meliputi polimer, zat inti, dan pelarut (Muharam et al., 2025). Pemilihan polimer yang tepat, dengan stabilitas dan kemampuan pembentukan struktur yang baik, sangat penting untuk mencegah terjadinya pemisahan zat inti selama proses formulasi (Pratama et al., 2021).

Mikroenkapsulasi tidak hanya melindungi zat inti dari faktor lingkungan, tetapi juga meningkatkan stabilitas bahan aktif, mencegah penurunan aktivitas dan juga menutupi rasa dan bau yang tidak diinginkan. Selain itu mikroenkapsulasi dapat mengurangi iritasi bahan inti dalam saluran cerna, serta mengontrol pelepasan zat inti (Wati et al., 2022)

Sistem penghantaran obat gastroretentif drug delivery system (GRDD) berbasis mikroenkapsulasi merupakan pendekatan pelepasan terkontrol yang tujuannya untuk memperpanjang waktu tinggal sediaan di saluran cerna. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah mucoadhesif gastroretentive drug delivery system (MGDDS) yang bekerja dengan melekat pada mukosa lambung sehingga memperpanjang waktu tinggal sediaan. Jayant (2024) menyatakan bahwa penggunaan alginat dan kitosan dapat mendukung pengembangan sistem mucoadhesive gastroretentive untuk meningkatkan retensi lambung.

Beberapa peneliti sebelumnya telah berhasil menggunakan teknologi mikroenkapsulasi asam mefenamat dalam meningkatkan kualitas sediaan dengan menggunakan kitosan dan

alginat sebagai polimer dan menggunakan metode gelasi ionik menunjukkan efisiensi penyerapan yang tinggi, serta pelepasan terkontrol zat aktif pada media asam maupun basa (Mardikasari et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan ekstrak herba seledri (*Apium graveolens L.*) menjadi sediaan mikroenkapsulasi, serta melakukan evaluasi terhadap formulasi mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol herba seledri untuk menemukan formulasi herbal modern yang paling efektif.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahap pembuatan ekstrak etanol herba seledri, kemudian memformulasikan sediaan mikroenkapsulasi dari ekstrak etanol herba seledri dan melakukan proses evaluasi dari sediaan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, *sput* injeksi 10 cc, magnetik stirrer, kertas saring, oven, kulkas, desikator, fruit dryer dan alat gelas lainnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ekstrak herba seledri (*Apium graveolens L.*), aquadest, natrium alginat, kitosan, CaCl_2 , serta larutan HCl 0,1 N yang digunakan sebagai media lambung buatan untuk uji daya lekat.

Pembuatan Ekstrak Etanol Herba Seledri (*Apium graveolens L.*)

Sebanyak 800 gr simplisia herba seledri yang sudah dihaluskan dimaserasi dengan cara dimasukkan serbuk ke dalam toples kaca, kemudian direndam dengan etanol 80% dengan perbandingan 1:10 selama 3 hari dan dilakukan pengadukan sekali setiap 24 jam. Selanjutnya disaring hasil maserasi dan lakukan remaserasi selama 2 hari. Filtrat dikumpulkan kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 60°C. Setelah itu di waterbath untuk mendapatkan ekstrak yang lebih kental.

Formulasi Sediaan mikroenkapsulasi

Formulasi sediaan mikroenkapsulasi ekstrak etanol herba seledri

Tabel 1. Formulasi Sediaan Mikroenkapsulasi.

Bahan	Formula (gram)				Kegunaan
	F1	F2	F3	F4	
Ekstrak Herba Seledri	0,25%	0,5%	0,75%	-	Zat aktif
Natrium alginat	2 gr	2 gr	2 gr	2 gr	Polimer
Kitosan	0,75	0,75	0,75	0,75	Bahan pelapis
CaCl_2	2 gr	2 gr	2 gr	2 gr	Bahan pengikat
aquadest	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	Pelarut

Prosedur Pembuatan Sediaan Mikroenkapsulasi

Formula acuan yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Mardikasari et al. 2020). Pembuatan mikroenkapsulasi dimulai dengan melarutkan 2 gram natrium alginate dengan 100 ml aquadest didalam beaker glass sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer sampai homogen. Setelah itu, tambahkan 0,75 gram kitosan sedikit demi sedikit, lalu aduk merata. Selanjutnya, tambahkan ekstrak etanol herba seledri dengan tiga konsentrasi berbeda yaitu, 0,25%, 0,5%, 0,75%. Setelah itu, teteskan ke dalam larutan CaCl_2 0,15 M sebanyak 50 ml menggunakan spuit berukuran 10cc untuk mendapatkan butiran mikroenkapsulasi basah. Butiran mikroenkapsulasi direndam dalam CaCl_2 selama 10 menit, lalu disaring menggunakan kertas saring dan dikeringkan di lemari pengering pada suhu 40°C selama 24 jam.

Pembuatan Cairan Lambung

Larutkan NaCl 2 gram dengan aquadest 1000 ml di dalam erlenmeyer. Setelah itu tambahkan 7 ml HCl pekat, lalu aduk sampai 10 menit hingga homogen. pH larutan kemudian diukur dan disesuaikan hingga mencapai pH 1,2 menggunakan larutan HCl 1N (Thamizhanban et al., 2020).

Evaluasi Sediaan Mikroenkapsulasi

Uji Stabilitas Sediaan Mikroenkapsulasi

Uji stabilitas sediaan mikroenkapsulasi ekstrak etanol herba seledri dilakukan dengan menggunakan metode cycling test selama 6 siklus pada ketiga konsentrasi dan blanko. Sampel disimpan pada suhu 4°C dalam lemari es selama 24 jam dan pada suhu 40°C selama 24 jam secara bergantian.

Uji Kadar Air Sediaan Mikroenkapsulasi

Pengujian kadar air dilakukan dengan menimbang 2 gram sampel masing-masing konsentrasi pada cawan yang bobotnya diketahui sebelumnya, setelah itu masukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Selanjutnya sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan timbang. Kadar air dihitung dengan rumus berikut.

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Uji Daya Lekat Mikroenkapsulasi

Uji daya lekat yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Wardatun et al. 2020) dengan sedikit modifikasi. Uji daya lekat sediaan mikroenkapsulasi ekstrak etanol herba seledri dilakukan dengan menggunakan metode Ex-Vivo wash off menggunakan mukosa lambung. Taburkan 50 butir mikrokapsul pada mukosa lambung dan

lekatkan pada kaca objek. lalu diamkan 5 menit. Ikat kaca objek dengan benang dan gantungkan pada penyangga alat disintegration tester yang berisi 900 ml HCl 0,1N (pH 1,2) sebagai media lambung buatan pada suhu 37°C, atur kecepatan 30 kali per menit. Amati mikrokapsul yang melekat pada mukosa lambung setiap 30 menit selama 2 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil %rendamen

Tabel 2. Persentase Hasil Rendamen.

Sampel	Berat Simplisia	Berat Ekstraak	% Rendamen
herba seledri (<i>Apium graveolens</i> L.)	800 gram	213 gram	26,6%

Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 80% karena memiliki tingkat polaritas yang sesuai untuk melarutkan senyawa polar dan semipolar, sehingga mampu mengekstraksi senyawa aktif secara lebih optimal dibandingkan penggunaan etanol murni maupun air. Perhitungan rendamen dapat dilihat pada Tabel 2.

Perhitungn persen rendamen dilakukan untuk mengetahui seberapa besar komponen aktif yang berhasil ditarik dari simplisia. Rendamen ekstrak yang dihasilkan sebesar 26,6%, artinya banyak senyawa yang berhasil ditarik dari simplisia yang dimaserasi dengan etanol 80%

Uji Stabilitas

Hasil pengujian stabilitas setiap formula dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Stabilitas.

Waktu	Parameter	Blanko	F1	F2	F3
Siklus 1	Warna	Putih pucat	Coklat terang	Coklat gelap	Coklat pekat
	Tekstur	keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 2	Warna	Putih pucat	Coklat terang	Coklat gelap	Coklat pekat
	Tekstur	keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 3	Warna	Putih pucat	Coklat terang	Coklat gelap	Coklat pekat
	Tekstur	keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 4	Warna	Putih pucat	Coklat terang	Coklat gelap	Coklat pekat
	Tekstur	keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 5	Warna	Putih pucat	Coklat terang	Coklat gelap	Coklat pekat
	Tekstur	keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 6	Warna	Putih pucat	Coklat terang	Coklat gelap	Coklat pekat
	Tekstur	keras	Keras	Keras	Keras

Keterangan: Blanko: tanpa ekstrak; F1: konsentrasi ekstrak 0,25%; F2: konsentrasi ekstrak 0,5%; F3: konsentrasi ekstrak 0,75%

Pengujian stabilitas yang diujikan menggunakan metode cycling test untuk melihat bagaimana kestabilan suatu sediaan pada penyimpanan suhu ekstrim, Pada hasil yang didapat

menunjukkan bahwa semua formulasi memiliki kestabilan yang baik dan tidak terlihat adanya perubahan selama siklus, baik dari segi warna maupun tekstur sediaan. Menurut Erwiyani et al. (2024), metode cycling test yang digunakan dapat mensimulasikan perubahan suhu selama penyimpanan.

Uji kadar air

Uji % kadar air pada sediaan mikroenkapsulasi ekstrak etanol herba seledri, terdapat pada Tabel 3. Rumus yang digunakan dalam perhitungan jumlah kadar air adalah:

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air.

Konsentrasi ekstrak	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Kadar Air(%)
Blanko	47,99	47,63	0,750%
0,25%	55,25	55,15	0,180%
0,5%	47,84	47,61	0,480%
0,75%	48,17	47,91	0,539%

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dari kadar air sediaan mikroenkapsulasi, menunjukkan bahwa semua formula memiliki kadar air yang rendah, yang berkisar antara 0,18% hingga 0,75%. Nilai ini menandakan proses pengeringan sangat baik dan sediaan cukup kering. Formula blanko yang tidak mengandung ekstrak cenderung menyerap dan menahan air lebih banyak karena didominasi oleh polimer yang sifatnya hidrofilik. Kadar air yang rendah mengindikasikan mikrokapsul memiliki daya simpan yang baik dan resiko pertumbuhan mikroorganisme serta degradasi senyawa aktif akibat kelembaban menjadi minimal (Natanael et al., 2021)

Hasil Uji Daya Lekat

Uji Ex-vivo dilakukan dengan menggunakan lambung tikus untuk mengevaluasi daya lekat mikrokapsul. Hasil uji daya lekat dilihat dalam tabel 4.

Tabel 5. Hasil Uji Daya Lekat.

Waktu (menit)	blanko	0,25	0,5	0,75
0	50	50	50	50
30	50	50	59	47
60	49	48	47	44
90	46	47	45	40
120	44	43	40	38

Uji daya lekat dilakukan untuk melihat kemampuan daya lekat mikroenkapsulasi ekstrak etanol herba seledri pada mukosa lambung selama 2 jam, mukosa lambung sudah tidak layak digunakan untuk pengujian jika sudah lebih dari 2 jam (Saragih et al., 2025). Penelitian ini

menunjukkan bahwa formulasi dengan konsentrasi ekstrak 0% (blanko) memiliki kemampuan melekat paling tinggi dan paling stabil pada mukosa lambung dibandingkan dengan konsentrasi ekstrak 0,75%. Hal ini ditunjukkan dengan jumlah mikrokapsul yang masih melekat lebih banyak dimenit ke-120. Menurut Boskov et al. (2024), mikrokapsul alginate kitosan membentuk kompleks polielektrolit yang menuruunkan permeabilitas dan mengontrol pengembangan (swelling), sehingga struktur partikel lebih stabil dan pelepasan zat aktif lebih lambat di saluran cerna. Peningkatan muatan ekstrak dapat mengganggu jaringan polimer dan meningkatkan porositas matriks, sehingga mempercepat masuknya medium. Oleh karena itu, formulasi dengan konsentrasi ekstrak lebih rendah diperkirakan memiliki stabilitas dan waktu tinggal yang lebih panjang dibandingkan konsentrasi lebih tinggi.

Kitosan berperan sebagai polimer mukoadhesif, yang memiliki sifat yang dapat larut pada pH asam dan berinteraksi pada mukin lambung yang bermuatan negatif. Interaksi ini menyebabkan mikrokapsul menempel lebih lama pada mukosa, sehingga dapat memperpanjang waktu tinggal sediaan di lambung (Ainurofiq et al. 2023).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa mikroenkapsulasi ekstrak etanol herba seledri berhasil diformulasikan dengan baik menggunakan metode gelasi ionik dengan penyalut alginate dan kitosan, memiliki stabilitas yang baik dan kadar air yang sesuai sehingga mendukung mutu dan daya simpan sediaan. Daya lekat yang di hasilkan cukup baik melekat pada mukosa lambung, kitosan dalam lingkungan asam terbukti meningkatkan durasi retensi mikrokapsul. Secara keseluruhan, formula ini berpotensi sebagai system penghantaran obat yang efektif untuk pelepasan lambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurofiq, A., Sari, A. P. F., Mardhiyah, A., Nisa, F. S., Azka, R. L., Putri, S. K., & Saputri, V. L. (2023). Chitosan as floating-mucoadhesive polymers in gastroretentive drug delivery. *Science, Engineering and Health Studies*, 17, 23010002. <https://doi.org/10.69598/sehs.17.23010002>
- Boškov, I. A., Savić, I. M., Grozdanić Stanisavljević, N. Đ., Kundaković-Vasović, T. D., Radović Selgrad, J. S., & Savić Gajić, I. M. (2024). Stabilization of black locust flower extract via encapsulation using alginate and alginate-chitosan microparticles. *Polymers*, 16(5), 688. <https://doi.org/10.3390/polym16050688>
- Erwiyani, A. R. (2024). Formulasi dan evaluasi sediaan masker gel peel off enkapsulasi ekstrak labu kuning (*Cucurbita maxima* D.). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 11(3), 345–355. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v11i3.36986>
- Hesturini, R. J., Vadia, A. P., & Sari, F. (2022). Uji aktivitas tonikum ekstrak etanol daun seledri (*Apium graveolens* L.) metode natatory exhaustion. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.35316/tinctura.v4i1.2344>
- Jayant, R., Kumar, S., & Kumar, S. (2024). Mucoadhesive gastroretentive drug delivery systems: Challenges and opportunities in pharmaceutical development. *Frontiers in Health Informatics*, 13(7).
- Mady, F. M., Ibrahim, S., & Abourehab, M. (2021). Development and evaluation of alginate-gum blend mucoadhesive microspheres for controlled release of metformin hydrochloride. *Journal of Advanced Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 4(2), 111–118. <https://doi.org/10.21608/jabps.2021.60824.1119>
- Mardikasari, S. A., Akib, N. I., & Indahyani, R. (2020). Mikroenkapsulasi asam mefenamat menggunakan polimer kitosan dan natrium alginat dengan metode gelasi ionik. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 6(2). <https://doi.org/10.22487/j24428744.2020.v6.i2.14589>
- Muharam, F., Sriwidodo, S., & Amalia, E. (2025). Systematic review: Metode dan aplikasi mikroenkapsulasi pada ekstrak bahan alam. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 5(5), 1882–1895. <https://doi.org/10.33024/mahesa.v5i5.17066>
- Natanael, A. W., Swastawati, F., & Anggo, A. D. (2021). Karakteristik nori tiruan berbahan baku *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca* dengan penambahan konsentrasi mikrokapsul asap cair yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2021.11405>
- Neswita, E., Razoki, R., Tanjung, F. A., Novita, C. E., Sinaga, A. P. F., & Samin, B. (2022). Mikroenkapsulasi atenolol dengan penyalut hidroksipropil metilselulosa (HPMC) menggunakan metode emulsifikasi penguapan pelarut. *Jurnal Prima Medika Sains*, 4(1), 21–26. <https://doi.org/10.34012/jpms.v4i1.2261>
- Pratama, R., Abdassah, M., & Chaerunisaa, A. Y. (2021). Stabilitas bahan alam dalam mikroenkapsulasi. *Majalah Farmasetika*, 6(3), 213–222. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i3.33172>

- Razoki, R., & Simanjuntak, N. J. P. (2024). Potensi antihiperglikemia kombinasi ekstrak daun salam dan ikan gabus. *Jurnal Indah Sains dan Klinis*, 5(3), 19–23. <https://doi.org/10.52622/jisk.v5i3.04>
- Saragih, G. S. N., Razoki, R., Yunus, M., & Syahputra, H. D. (2025). Evaluasi formulasi sediaan floating mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*, 5(1), 240–249. <https://doi.org/10.55606/jikki.v5i1.7052>
- Thamizhanban, D., Rani, G. T., & Krishnasamy, K. (2020). Biorelevant dissolution method development of memantine extended-release capsules for prediction of pre-prandial in vivo performance. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(10), 5239–5246. <https://doi.org/10.5530/ijpi.2020.3.63>
- Wardatun, S., Rustiani, E., & Damahyanti, O. (2020). Pengembangan mikrogranul mukoadhesif ekstrak kayu manis dengan kombinasi polimer karbopol dan gelatin. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 7(1), 9–15. <https://doi.org/10.33096/jffi.v7i1.477>
- Wati, R. R., Sriwidodo, S., & Chaerunisa, A. Y. (2022). Peningkatan stabilitas fitokonstituen melalui pendekatan mikroenkapsulasi. *Majalah Farmasetika*, 7(1), 39–51. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v7i1.35265>