



Evaluasi Formulasi Sediaan Floating Mikroenkapsulasi yang Mengandung Ekstrak Etanol Kunyit Putih (*Curcuma Zedoaria Rosc.*)

Rika Mai Dinasari Br Sembiring¹, Razoki^{2*}, Erida Novriani³, Hariyadi Dharmawan Syahputra⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Sarjana Farmasi Klinis, Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi dan Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Indonesia
rikamay0205@gmail.com¹, razoki@unprimdn.ac.id^{2*}, eridafarmasi@gmail.com³,
hariyadidharmawansyahputra@unpri.ac.id⁴

Korepondensi penulis: razoki@unprimdn.ac.id

Abstract: This test aims to evaluate the formulation of floating microcapsule preparations containing ethanol extract of white turmeric (*Curcuma zedoaria Rosc.*), using chitosan, sodium alginate, and calcium chloride polymers as crosslinking agents. The preparation was formulated using the crosslinking method and tested based on its physical properties, which include moisture content, physical stability through cycle tests, resistance to the gastric and intestinal mucosa. The results showed that the microcapsule formulation was able to maintain the color and texture during the storage period well. The microcapsule durability test showed that the particles could survive in the gastric and intestinal mucosa for two hours. In addition, the water content is within the range that is in accordance with the requirements, namely, at a concentration of 0.25% there is (22%), a concentration of 0.5% there is (38.75%), a concentration of 0.75% there is (22.5%), and the blank has 20.5% water content. Based on previous research by Mardikasari et al., (2020) which used chitosan and alginate polymers. Through this method, this formulation shows the possibility as a technology-based drug delivery system that survives effectively in increasing the bioavailability of active substances from white turmeric.

Keywords: Chitosan, Floating, Microencapsulation, Sodium Alginate, White Turmeric

Abstrak: Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi formulasi sediaan mikrokapsul floating yang mengandung ekstrak etanol dari kunyit putih (*Curcuma zedoaria Rosc.*), dengan menggunakan polimer kitosan, natrium alginat, dan kalsium klorida sebagai bahan pengikat silang. Sediaan diformulasikan menggunakan metode *crosslinking* dan diuji berdasarkan sifat fisiknya, yang meliputi kadar air, stabilitas fisik melalui uji siklus, ketahanan pada mukosa lambung dan usus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi mikrokapsul mampu mempertahankan warna dan tekstur selama masa penyimpanan dengan baik. Uji ketahanan mikrokapsul menunjukkan bahwa partikel dapat bertahan di mukosa lambung dan usus selama dua jam. Selain itu, kandungan air berada dalam kisaran yang sesuai dengan persyaratan yaitu, pada konsentrasi 0,25% terdapat (22%), konsentrasi 0,5% terdapat (38,75%), konsentrasi 0,75% terdapat (22,5%), dan blanko terdapat 20,5% kadar air. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Mardikasari et al., (2020) yang menggunakan polimer kitosan dan alginat. Melalui metode ini, formulasi ini menunjukkan kemungkinan sebagai sistem pengantaran obat berbasis teknologi yang bertahan dengan efektif dalam meningkatkan bioavailabilitas zat aktif dari kunyit putih.

Kata kunci: Chitosan, Mengapung, Mikroenkapsulasi, Natrium Alginat, Kunyit Putih

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi farmasi berkembang pesat dan berdampak positif pada industri, khususnya dalam mempermudah produksi obat yang stabil dan bermutu. Stabilitas obat penting untuk menjamin efisiensi, keselamatan, dan kualitasnya. Salah satu teknologi yang digunakan adalah mikroenkapsulasi (Mardikasari et al., 2020).

Mikroenkapsulasi adalah teknik melapisi bahan inti (padat, cair, gas) dengan polimer untuk membentuk partikel 5–5.000 mikrometer, menggunakan bahan inti, pelarut, dan polimer yang inert, tipis, dan kuat. Tujuan mikroenkapsulasi adalah melindungi bahan

inti, menyamarkan rasa, mengurangi iritasi, mengatur pelepasan zat aktif, serta meningkatkan stabilitas dan kompatibilitas zat (Wati et al., 2022).

Mikroenkapsulasi dapat dilakukan dengan metode *crosslinking*, teknik sederhana yang cocok untuk berbagai bentuk bahan inti, baik larut, tidak larut, maupun padat (Heriyanto, 2021). Mikroenkapsulasi melibatkan tiga komponen utama: inti (zat yang dilapisi), pelindung, dan pengikat, dengan bahan inti dapat berupa padat, cair, atau gas. Bahan pelindung berfungsi melapisi inti untuk menyamarkan rasa, melindungi dari lingkungan, mencegah penguapan, dan meningkatkan stabilitas, contohnya: kitosan dan alginat. Agen pengikat silang berfungsi mengeraskan dan menjaga bentuk mikropartikel, dengan kalsium klorida (CaCl_2) sebagai contoh yang umum digunakan (Mardikasari et al., 2020).

Evaluasi mikrokapsul, seperti uji kelembapan, penting untuk memastikan kualitas dan stabilitas, karena kadar air tinggi dapat menurunkan stabilitas dan memicu kontaminasi mikroba (Wahyuningsih et al., 2020). Uji floating menilai kemampuan sediaan melekat di lambung karena densitas rendah, sehingga obat dapat dilepas secara bertahap dan teratur (Andini et al., 2022). Uji stabilitas siklus suhu dilakukan dengan menyimpan sampel bergantian pada $\pm 4^\circ\text{C}$ dan $\pm 40^\circ\text{C}$ selama 24 jam masing-masing, dalam enam siklus (Indriaty et al., 2022).

Kunyit putih (*Curcuma zedoaria Rosc.*) adalah tanaman obat dari genus *Curcuma* yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional di Indonesia, Malaysia, dan India (Maulida et al., 2025). Kunyit putih memiliki batang semu hijau tegak (hingga 1 m), 2–5 daun hijau bergaris merah ($20\text{--}50 \times 10\text{--}15$ cm), dan rimpang bercabang berdaging putih beraroma khas. Bunganya tumbuh di sisi batang (20–45 cm) dengan pelindung merah muda dan mahkota putih bertepi merah atau kuning (Hamidi et al., 2022). Kunyit putih mengandung kurkuminoid, minyak esensial, polisakarida, dan antioksidan diferuloilmetana, yang mendukung potensinya sebagai bahan obat (Effect et al., 2024).

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Mardikasari et al., (2020) yang menggunakan polimer kitosan dan alginat. Dengan adanya penelitian ini diharapkan sediaan mikrokapsul yang terbentuk telah sesuai dengan literatur dimana dapat dilihat dari hasil uji stabilitas, uji kadar air, serta uji floating untuk melihat kemampuan bertahan sediaan mikrokapsul pada mukosa lambung dan usus selama 2 jam.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik (*Precisa XB 220A*), oven (*Memmert*), syringe ukuran 22G, disintegration tester (*Memmert*), lemari es (*Sharp*), SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Bahan yang digunakan adalah ekstrak etanol kunyit putih (*Curcuma zedoaria* Rosc.), etanol 80%, natrium alginat, kitosan, CaCl₂, aquadest, NaOH 0,2 N, KH₂PO₄.

Prosedur

a. Pembuatan ekstrak etanol kunyit putih (*Curcuma zedoaria* Rosc.)

Ekstraksi kunyit putih dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 80% (1:10) selama 72 jam pada suhu ruang. Maserat disaring, filtrat dipisahkan, dan rendamen direndam ulang dua kali dalam pelarut baru. Filtrat kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu 60°C selama 48 jam (Khanifah et al., 2022).

b. Pembuatan mikrokapsul ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* Rosc.)

Studi ini merujuk pada pendekatan yang dirancang oleh Mardikasari et al (2020). Proses pembuatan mikrokapsul dimulai dengan mencampurkan 2 gram natrium alginat, 0,75 gram kitosan, dan 0,25 gram ekstrak kunyit putih dalam 100 ml aquadest menggunakan magnetik stirrer. Alginat ditambahkan perlahan, diikuti kitosan dan ekstrak hingga homogen. Campuran dimasukkan ke dalam spuit 10 cc dan ditetaskan ke dalam 50 ml larutan CaCl₂ 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. Prosedur diulang untuk variasi ekstrak 0,5 gram, 0,75 gram dan kontrol (blanko) .

c. Uji kadar air mikrokapsul ekstrak etanol kunyit putih

Cawan dikeringkan terlebih dahulu dalam oven dengan suhu 110°C selama 1 menit atau hingga berat stabil, lalu didinginkan dalam desikator selama 20-30 menit dan ditimbang (W₀). Sampel ditambahkan dan ditimbang Kembali (W₁), lalu dipanaskan di oven dengan suhu 110°C selama 2 jam. Cawan kembali didinginkan selama 20-30 menit dan ditimbang, kemudian pemanasan dilanjutkan selama 1 jam dan ditimbang kembali hingga berat akhir stabil (W₂). Kemudian kandungan air dihitung dari selisih berat tersebut (Sari et al., 2024).

$$\text{Rumus \% kadar air} = \frac{(W_0 + W_s) - W_1}{W_s} \times 100\%$$

d. Uji stabilitas (*Cycling Test*)

Uji stabilitas dilakukan dengan metode siklus untuk menilai ketahanan mikrokapsul. Setiap siklus terdiri dari penyimpanan sampel pada suhu 4°C selama 24 jam, lalu dipindahkan ke suhu 40°C selama 24 jam. Proses ini diulang selama enam siklus (Erwiyani et al., 2024).

e. Uji floating mikrokapsul ekstrak etanol kunyit putih

1) Pembuatan cairan lambung dan usus tanpa enzim

Pada pembuatan cairan lambung tanpa enzim sebanyak 2 gram NaCl dilarutkan dalam 7 ml HCl pekat, kemudian ditambahkan air destilasi hingga volume larutan 1 liter. Kemudian pH larutan diuji dan diupayakan tetap dalam rentang pH $1,2 \pm 0,05$. Jika pH yang diinginkan belum tercapai, penyesuaian dilakukan dengan menambahkan salah satu komponen tersebut perlahan-lahan hingga pH sesuai (Wardatun et al., 2020). Pada pembuatan cairan usus tanpa enzim, sebanyak 6,8 gram KH_2PO_4 dilarutkan dalam 250 ml air suling dan diaduk hingga homogen. Lalu, ditambahkan 190 ml larutan NaOH 0,2 N yang telah diencerkan hingga total 400 ml. Kemudian pH campuran disesuaikan pada rentang $7,5 \pm 0,1$ dengan menambahkan larutan NaOH 0,2 N sesuai kebutuhan. Setelah pH dicapai, volume larutan disesuaikan dengan menambah air suling sampai total volume 1 liter (Wardatun et al., 2020).

2) Pembuatan membran mukosa lambung dan usus

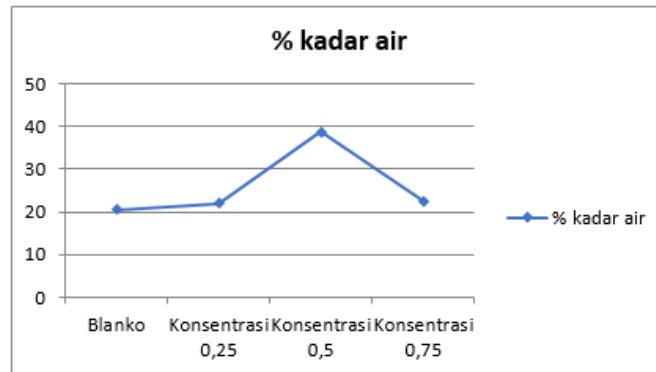
Tikus sehat berbobot sekitar 250 gram yang digunakan dipuasakan selama satu hari. Setelah itu, tikus dibius dengan kloroform dan dibedah di bagian perut untuk mengambil organ lambung dan usus. Organ yang diambil kemudian dibersihkan menggunakan larutan NaCl fisiologis (Wardatun et al., 2020).

3) Cara kerja uji wash off

Uji dilakukan menggunakan alat disintegrasi tester. Mukosa lambung dan usus dibersihkan menggunakan larutan NaCl fisiologis, kemudian 50 butir mikrokapsul diletakkan merata pada masing-masing mukosa. Mukosa yang telah dimasukkan mikrokapsul diikat dan dimasukkan ke alat disintegrasi yang bergerak naik turun 30 kali per menit. Medium pengujian adalah cairan lambung dan usus sintesis pada suhu $37 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Pengamatan jumlah mikrokapsul yang masih melekat dilakukan setiap 30 menit, dan total mikrokapsul tersisa diukur setelah 2 jam (Wardatun et al., 2020).

3. HASIL PENELITIAN

Uji kadar air mikrokapsul ekstrak etanol kunyit putih



Gambar 1. Persen kadar air dalam setiap konsentrasi sediaan mikrokapsul

Berdasarkan hasil gambar 1 dapat dilihat bahwa kadar air pada konsentrasi 0,25% sebesar 22%, konsentrasi 0,5% sebesar 38,75% (sebagai kadar air tertinggi), konsentrasi 0,75% sebesar 22,5%, dan kelompok kontrol sebesar 20,5% (sebagai kadar air terendah).

Uji stabilitas mikrokapsul ekstrak etanol kunyit putih

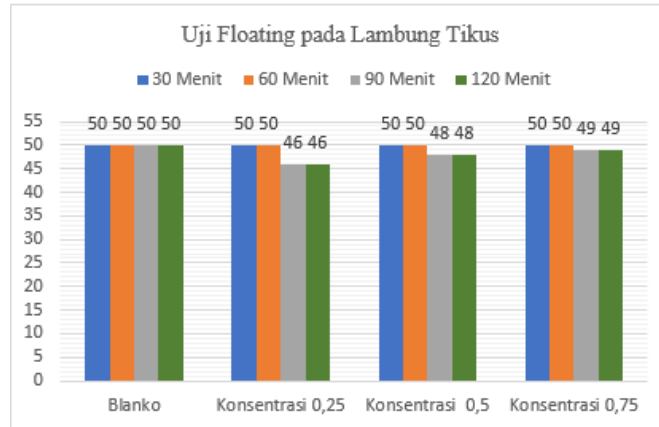
Tabel 1. Hasil pengujian stabilitas formulasi sediaan mikrokapsul ekstrak kunyit putih

Waktu	Parameter	F1	F2	F3	F4
Siklus 1	Warna	Putih pucat	Kuning keputihan	Kuning kecoklatan	Coklat muda
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 2	Warna	Putih pucat	Kuning keputihan	Kuning kecoklatan	Coklat muda
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 3	Warna	Putih pucat	Kuning keputihan	Kuning kecoklatan	Coklat muda
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 4	Warna	Putih pucat	Kuning keputihan	Kuning kecoklatan	Coklat muda
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 5	Warna	Putih pucat	Kuning keputihan	Kuning kecoklatan	Coklat muda
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 6	Warna	Putih pucat	Kuning keputihan	Kuning kecoklatan	Coklat muda
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras

Keterangan : F1 = kontrol (blanko); F2 = ekstrak 0,25 gram; F3 = ekstrak 0,5 gram; F4 = ekstrak 0,75 gram.

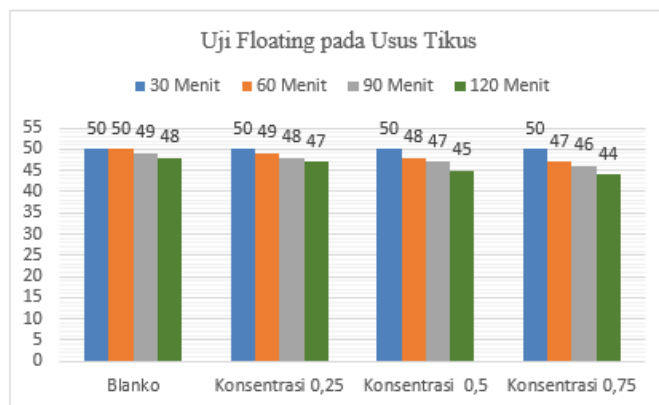
Berdasarkan tabel 1, sediaan mikrokapsul menunjukkan stabilitas baik, ditandai dengan tidak adanya perubahan pada tekstur, maupun warna selama pengujian.

Uji floating mikrokapsul ekstrak etanol kunyit putih



Gambar 2. Jumlah sediaan mikrokapsul yang tertinggal dalam mukosa lambung

Pada gambar 2, hasil uji floating menggunakan mukosa lambung selama 2 jam mendapatkan hasil akhir bahwa konsentrasi 0,25% terdapat 46 butir mikrokapsul, 0,5% sebanyak 48 butir, 0,75% sebanyak 49 butir, dan formula kontrol sebanyak 50 butir.



Gambar 3. Jumlah sediaan mikrokapsul yang tertinggal dalam usus

Hasil uji floating pada usus tikus selama 2 jam pada gambar 3, menunjukkan bahwa jumlah mikrokapsul yang tersisa menurun seiring peningkatan konsentrasi ekstrak kunyit putih, yaitu terdapat 47 butir (0,25%), 45 butir (0,5%), 44 butir (0,75%), dan 48 butir pada kelompok kontrol.

Pembahasan

Peningkatan kadar air pada konsentrasi 0,5% kemungkinan disebabkan oleh penambahan ekstrak kunyit putih, Dimana senyawa aktifnya dapat mempengaruhi

kemampuan matriks polimer (alginat dan kitosan) dalam mempertahankan air. Menurut (Santoso & Aliudin, 2020), kadar air mikrokapsul dianggap memenuhi syarat jika berada dalam rentang optimal. Dalam studi tersebut, formula 1,2 dan 3 memiliki kadar air dibawah 50%, sedangkan formula 4 dan 5 berada di kisaran 50-55%. Seluruh formula masih berada dalam batas kadar air yang ditentukan, sehingga dapat disimpulkan semua konsentrasi memenuhi standar yang berlaku. Hasil analisis data menggunakan One Way ANOVA menunjukkan bahwa kadar air pada konsentrasi 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan blanko memiliki perbedaan signifikan ($p=0,000 < 0,05$).

Berdasarkan pengamatan yang ditampilkan pada uji stabilitas, sediaan mikroenkapsulasi memperlihatkan stabilitas yang baik, yang ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan pada tekstur, serta tidak terlihat perubahan warna selama proses pengujian. Menurut Erwiyani et al., (2024) stabilitas produk harus diuji untuk menjamin kualitas, keamanan, dan efektifitas sediaan.

Pada uji floating mukosa lambung terdapat peningkatan jumlah partikel yang tersisa mencerminkan peningkatan perlindungan, kemungkinan karena tingginya kandungan polimer. Ukuran dan bentuk partikel juga memengaruhi kecepatan pelepasan zat aktif, di mana luas permukaan yang lebih besar mempercepat pelepasan. Sediaan dengan kemampuan floating yang baik umumnya dapat bertahan lebih dari 8 jam (Santoso & Aliudin, 2020). Uji floating di lambung selama 2 jam menunjukkan nilai signifikansi 0,091 ($>0,05$), yang berarti tidak terdapat perbedaan bermakna antar konsentrasi terhadap kemampuan mengapung.

Hasil floating pada usus tikus menunjukkan bahwa jumlah mikrokapsul yang tersisa menurun seiring peningkatan konsentrasi ekstrak kunyit putih. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi tertinggi cenderung menurunkan kemampuan mikrokapsul untuk bertahan, terutama di lingkungan basa. Penurunan ini dapat disebabkan oleh sifat alginat yang mudah larut dalam pH basa, sehingga mempercepat pelepasan zat aktif dari matriks polimer (Mardikasari et al., 2020). uji floating di usus menunjukkan hasil signifikan ($p=0,006 < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi ekstrak kunyit putih berpengaruh terhadap kemampuan floating mikrokapsul di usus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil uji kadar air pada konsentrasi 0,25% mengandung kadar air sebesar 22%, konsentrasi 0,5% sebesar 38,75% sebagai kadar air tertinggi, konsentrasi 0,75% sebesar 22,5%, dan

kelompok kontrol sebesar 20,5% sebagai kadar air terendah, dapat disimpulkan semua konsentrasi memenuhi standar yang berlaku. Hasil uji stabilitas menunjukkan hasil pengamatan yang baik dengan tidak adanya perubahan pada tekstur dan warna pada mikrokapsul. Uji floating menunjukkan bahwa sediaan mikrokapsul dapat bertahan dalam mukosa lambung dan usus dengan baik selama 2 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, S., Sa'diah, S., & Puspa, S. (2022). Preparasi dan karakteristik floating tablet ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) dengan variasi kombinasi xanthan gum dan HPMC. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 4(4), 370–378. <https://doi.org/10.25026/jsk.v4i4.1226>
- Effect, T., Curcuma, T., & Dismutase, S. (2024). Pengaruh pemberian ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* Rosc.) terhadap aktivitas superoksida dismutase (SOD). *Medicamento*, 10(2), 89–96. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v10i2.8498>
- Erwiyani, A. R., Sunnah, I., & Pratama, N. M. (2024). Formulation and evaluation of microcapsul of pumpkin (*Cucurbita maxima* D.) extract peel off gel mask formulasi dan evaluasi sediaan masker gel peel off mikrokapsul ekstrak labu kuning (*Cucurbita maxima* D.). *Journal not specified*, 11(3). (Perlu ditambahkan nama jurnal jika tersedia)
- Hamidi, H., Nurokhman, A., Riswanda, J., Hiras Habisukan, U., Ulfa, K., Yachya, A., & Maryani, S. (2022). Identifikasi jenis tumbuhan family Zingiberaceae di Kebun Raya Sriwijaya Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNIPA*, 15(02), 60–66. <https://doi.org/10.36456/stigma.15.02.6273.60-66>
- Heriyanto, H. (2021). A review of encapsulation using emulsion crosslinking method. *Journal not specified*, 5(2), 37–43. (Perlu ditambahkan nama jurnal jika tersedia)
- Hunafa, C. A., Nabila, D. D., Sari, D. N. I., Nurkhotimah, R., Lestari, M. A., Wahyudi, T., & Juliaha, E. (2021). Imobilisasi mikrokapsul antibakteri minyak asiri *Eucalyptus globulus* pada kain kapas dengan metode deep coating. *Arena Tekstil*, 36(2), 83–90. <https://doi.org/10.31266/at.v36i2.7345>
- Indriaty, S., Karlina, N., Hidayati, N. R., Firmansyah, D., Senja, R. Y., & Zahiyah, Y. (2022). Formulasi dan uji aktivitas deodoran spray ekstrak etanol herba kemangi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 7(4), 973–982. <https://doi.org/10.37874/ms.v7i4.566>
- Khanifah, F., & Vokasi, F. (2022). Uji flavonoid kunyit putih (*Curcuma zedoaria*) dan kunyit kuning (*Curcuma longa*) sebagai senyawa antibakteri *Staphylococcus aureus*. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 1–7.
- Mardikasari, S. A., Suryani, 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), 192–203. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2020.v6.i2.14589>

- Maulida, M., Nurhasnawati, H., Sundu, R., Tinggi, S., & Kesehatan, I. (2025). Penetapan kadar fenolik total ekstrak etanol rimpang temu putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe). *Journal not specified*, 7(1), 65–81. (Perlu ditambahkan nama jurnal jika tersedia)
- Pertiwi, F. D., Rezaldi, F., & Puspitasari, R. (2022). Uji aktivitas dan formulasi sediaan liquid body wash dari ekstrak etanol bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai antibakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 1(1), 53–66.
- Primadevi, S., & Nafiah, R. (2020). Pengaruh crosslink agent pada pembuatan nanokitosan terhadap kadar flavonoid ekstrak etanol buah parijoto. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 4(2), 156–168. <https://doi.org/10.31596/cjp.v4i2.109>
- Santoso, R., & Aliudin, F. (2020). Kajian pustaka formulasi dan evaluasi mikrokapsul salut enterik menggunakan Acryl-Eze® & Sureteric dengan metode penggabungan mikrokapsulasi dengan ekstrusi-sferonisasi. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 2(3), 122–136. <https://doi.org/10.33759/jrki.v2i3.89>
- Saputri, N., & Nisa, M. (2021). Mikrokapsulasi ekstrak buah buni sebagai food. *Journal not specified*, 1(2), 73–81. (Perlu ditambahkan nama jurnal jika tersedia)
- Sari, D., Arza, S., Fiona, F., Novita, N., Dermawan, B., & Ega, E. (2024). Analisis kadar air dan nitrit pada pati sagu. *Journal of Food Security and Agroindustry*, 2(1), 11–16. <https://doi.org/10.58184/jfsa.v2i1.280>
- Wahyuningsih, D., M., U. R. E., & Nugraheni, B. (2020). Uji aktivitas antioksidan mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan metode 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). *Media Farmasi Indonesia*, 10(2), 928–939.
- Wardatun, S., Rustiani, E., & Damahyanti, O. (2020). Pengembangan mikrogramul 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 mikrokapsulasi. *Majalah Farmasetika*, 7(1), 39. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v7i1.35265>