



## Evaluasi Formulasi Sediaan Floating Mikroenkapsulasi yang Mengandung Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*)

Glory Stevi Natasia Saragih<sup>1</sup>, Razoki<sup>2\*</sup>, Muhammad Yunus<sup>3</sup>, Hariyadi Dharmawan Syahputra<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Sarjana Farmasi Klinis, Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi dan Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Indonesia

[saragihglory5@gmail.com](mailto:saragihglory5@gmail.com)<sup>1</sup>, [razoki@unprimdn.ac.id](mailto:razoki@unprimdn.ac.id)<sup>2\*</sup>, [muhammadyunus@unprimdn.ac.id](mailto:muhammadyunus@unprimdn.ac.id)<sup>3</sup>,

[hariyadidharmawansyahputra@unprimdn.ac.id](mailto:hariyadidharmawansyahputra@unprimdn.ac.id)<sup>4</sup>

Korespondensi penulis: [razoki@unprimdn.ac.id](mailto:razoki@unprimdn.ac.id)

**Abstract:** *Microencapsulation is a technology that uses controlled release of active ingredients to increase bioavailability and reduce gastrointestinal irritation. This study aims to evaluate the microencapsulation formulation of ethanol extract of papaya leaf (*Carica papaya L.*) by testing its stability, moisture content, and floating in the stomach and intestinal medium. Mardikasari et al (2020) showed the release of chitosan-alginate microencapsulation of 8,811 mg/L (acid) and 79,908 mg/L (base). Microencapsulation was performed by adding sodium alginate and chitosan as polymers, CaCl<sub>2</sub> as a cross-linking, and three variations of extract concentration in F1 without extract, F2 of 0,25%, F3 of 0,5%, and F4 of 0,75%. The results showed that all formulas remained stable during the storage cycle in terms of color, aroma, taste, and texture. The average moisture content of the microencapsulated formulations was 24%, 20,5%, 28%, and 18,7%. The microencapsulated preparations were able to maintain their stability in the acidic conditions in the stomach, but showed a decrease in floating under acidic conditions in the intestine.*

**Keywords:** *Floating, Microencapsulation, Moisture Content, Papaya Leaf, Stability*

**Abstrak:** Mikroenkapsulasi adalah teknologi yang menggunakan pelepasan terkontrol dari bahan aktif untuk meningkatkan bioavailabilitas dan mengurangi iritasi saluran pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi formulasi mikroenkapsulasi ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) dengan pengujian stabilitas, kadar air, serta kemampuan floating dalam cairan lambung dan usus. Mardikasari et al (2020) menunjukkan pelepasan mikroenkapsulasi kitosan-alginat sebesar 8,811 mg/L (asam) dan 79,908 mg/L (basa). Mikroenkapsulasi dilakukan dengan menambahkan natrium alginat dan kitosan sebagai polimer, CaCl<sub>2</sub> sebagai pengikat silang, dan tiga variasi konsentrasi ekstrak dalam F1 tanpa ekstrak, F2 sebanyak 0,25%, F3 sebanyak 0,5%, dan F4 sebanyak 0,75%. 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.

**Kata kunci:** Mengambang, Mikroenkapsulasi, Kadar Air, Daun Pepaya, Stabilitas

### 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang farmasi Indonesia telah berkembang cepat dalam beberapa tahun belakangan ini. Salah satu bentuk kemajuan tersebut yaitu penggunaan teknologi mikroenkapsulasi dalam produksi formulasi obat. Mikroenkapsulasi merupakan teknik formulasi yang digunakan untuk melapisi zat aktif dalam bentuk padat, cair, atau gas, ke dalam kapsul berukuran kecil sehingga zat aktif tersebut dapat dilepaskan secara bertahap dan terkendali sesuai kebutuhan (Halawa et al., 2024; Nurhayani et al., 2020). Metode mikroenkapsulasi ini dapat bertujuan sebagai sistem penghantaran yang terkontrol

dan dirancang untuk melindungi bahan aktif dari kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan (Aminah & Hersoelistyorini, 2021).

Penerapan mikroenkapsulasi terdiri dari bahan aktif, polimer pelindung, dan pelarut. Meskipun demikian, proses ini mempunyai tantangan tersendiri karena termasuk rumit dan membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Mikroenkapsulasi biasanya menghasilkan partikel dengan ukuran berkisar antara 5 hingga 5.000  $\mu\text{m}$ . Teknologi ini memberikan sejumlah keunggulan, seperti menyembunyikan rasa atau bau yang tidak diinginkan, menjaga kestabilan senyawa yang mudah menguap, dan meningkatkan bioavailabilitas bahan aktif. Metode ini juga mampu mengurangi iritasi pada saluran pencernaan dan memastikan pelepasan bahan aktif secara efektif (Wati et al., 2022). Perbedaan dalam teknik produksi, jenis bahan dasar, dan lapisan dapat memengaruhi ukuran akhir dari partikel yang dihasilkan (S. K. Sari, 2020).

Sekitar 143 juta hektar hutan tropis di Indonesia menjadi tempat tinggal bagi 80% tanaman obat, dengan lebih dari 1.845 spesies tanaman herbal yang telah diketahui dan memiliki potensi untuk dikembangkan dalam industri farmasi (Erviana et al., 2023). Tanaman pepaya termasuk dalam anggota famili *Caricaceae* dan banyak ditemukan di daerah tropis seperti Asia Tenggara, Mesoamerika, serta bagian selatan Meksiko (Oktavia et al., 2024).

Seluruh bagian dari tanaman pepaya dapat dimanfaatkan dalam bidang pangan, kecantikan, dan pengobatan tradisional karena memiliki banyak senyawa bioaktif yang terkandung didalamnya (Teheni et al., 2023). Daun pepaya (*Carica papaya L.*) secara khusus diketahui mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, papain, alkaloid, dan tanin (Na'imah & Nasyanka, 2024). Dari segi morfologi, daun pepaya tergolong sebagai tipe daun menjari dengan memiliki struktur tulang daun yang bercabang mirip seperti jari-jari tangan. Daun yang masih muda biasanya muncul dibagian tengah batang sebelum menjadi lebih besar (Erviana et al., 2021).

Berdasarkan penelitian Mardikasari et al (2020) yang menggunakan formulasi mikroenkapsulasi asam mefenamat dengan menggunakan kombinasi polimer kitosan dan natrium alginat menunjukkan bahwa pelepasan senyawa aktif terjadi secara bertahap, pada kondisi pH asam (8,811 mg/L) maupun basa (79,908 mg/L), sehingga dapat membuktikan efisiensi sistem mikroenkapsulasi dalam melindungi dan melepaskan obat secara teratur. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi formulasi sediaan floating mikroenkapsulasi yang mengandung ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) untuk menemukan formulasi yang paling efektif sebagai sistem penghantaran obat.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Terpadu Universitas Prima Indonesia pada bulan september 2024 hingga februari 2025 dengan desain penelitian eksperimental secara *in vitro*. Kegiatan yang dilakukan yaitu pembuatan ekstrak, pembuatan mikroenkapsulasi, dan evaluasi mikroenkapsulasi menggunakan uji stabilitas, kadar air, floating pada lambung, serta floating pada usus.

### Alat dan Bahan

Alat-alat terdiri dari oven, kulkas, pH meter, rotary vacuum evaporator, magnetic stirrer, blender, cawan petri, timbangan analitik, desikator, stopwatch, kaca objek, gunting bedah, pinset, spuit injeksi 10 cc, disintegritas tablet, dan alat-alat gelas yang umum digunakan di laboratorium. Bahan-bahan terdiri dari daun pepaya (*Carica papaya L.*), etanol 80%, eter, NaOH 0,2 N, natrium alginat, kitosan, CaCl<sub>2</sub> 0,15 M, NaCl, HCl, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, dan aquadest.

### Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Pepaya

Sampel daun pepaya yang telah kering ditimbang sebanyak 1,5 kg, kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca dan ditambahkan pelarut etanol 80% dengan perbandingan 1:10 selama 3 hari. Proses maserasi dilakukan pada suhu ruang dengan pengadukan setiap 24 jam, kemudian disaring hingga mendapatkan filtrat yang jernih. Filtrat yang diperoleh, selanjutnya diuapkan dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 60°C sampai didapatkan ekstrak yang kental (Agung et al., 2021).

### Pembuatan Sediaan Mikroenkapsulasi

Pembuatan mikrokapsul dimulai dengan melarutkan 2 gram natrium alginat dalam sedikit aquadest pada beaker glass sambil diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer hingga homogen. Kemudian, masukkan 0,75 gram kitosan dengan sedikit aquadest, aduk hingga tercampur merata. Ekstrak etanol daun pepaya selanjutnya dicampurkan dalam tiga variasi konsentrasi yaitu, 0,25 gram, 0,5 gram, dan 0,75 gram dengan penambahan aquadest hingga mencapai 100 ml. Setiap formulasi tersebut, kemudian diteteskan ke dalam larutan CaCl<sub>2</sub> 0,15 M sebanyak 50 ml dengan menggunakan spuit 10 cc untuk menghasilkan butiran mikrokapsul basah. Butiran yang dihasilkan direndam sebentar dalam larutan CaCl<sub>2</sub> 0,15 M, lalu disaring dan dikeringkan pada suhu 45°C selama 12 jam sebelum dilakukan pengujian (Mardikasari et al., 2020).

## **Evaluasi Sediaan**

### **a. Pengujian Stabilitas Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Daun Pepaya**

Mikrokapsul diletakkan ke dalam wadah steril yang sudah disiapkan sebelumnya. Mikrokapsul selanjutnya disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam, kemudian dipindahkan pada suhu 40°C selama 24 jam berikutnya. Proses ini diulang sebanyak enam kali dan dilakukan pengamatan pada setiap siklus untuk melihat adanya perubahan yang terjadi (Aqsyal & Mardiyanti, 2023).

### **b. Pengujian Kadar Air Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Daun Pepaya**

Cawan petri sebelumnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 110°C selama 1 jam. Selanjutnya, cawan petri didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang untuk mendapatkan berat awal ( $W_o$ ). Sebanyak 2 gram mikrokapsul diletakkan ke dalam cawan ( $W_s$ ), kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam. Setelah melalui proses pemanasan, cawan petri didinginkan kembali dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang untuk mendapatkan beratnya ( $W_i$ ). Proses pemanasan dan penimbangan ini dilakukan berulang hingga diperoleh berat yang stabil (D. Sari et al., 2024). Kemudian mengukur kadar air pada sampel dengan menggunakan rumus berikut (Nasria et al., 2024) :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(W_o + W_s) - W_i}{W_s} \times 100\%$$

### **c. Pembuatan Cairan Lambung dan Usus Buatan**

Cairan lambung dibuat dengan mencampurkan NaCl sebanyak 2 gram ke dalam 250 ml aquadest dan dimasukkan ke dalam elenmeyer. Kemudian, tambahkan 7 ml HCl pekat dan diaduk hingga merata. Larutan tersebut selanjutnya diencerkan dengan aquadest sampai mencapai volume 1 liter. pH larutan diukur untuk memastikan berada dalam rentang  $1,2 \pm 0,1$ . Sedangkan cairan usus disiapkan dengan melarutkan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  sebanyak 6,8 gram ke dalam 250 ml aquadest dan dimasukkan ke dalam elenmeyer. Kemudian larutan tersebut dicampurkan dengan 190 ml larutan NaOH 0,2 N yang sudah dilarutkan sebelumnya dalam 400 ml aquadest. Pemeriksaan pH dilakukan hingga diperoleh  $7,5 \pm 0,1$  dengan menambahkan NaOH 0,2 N secara bertahap. Setelah pH telah sesuai, larutan tersebut dicampurkan dengan aquadest sampai mencapai volume 1 liter (Wardatun et al., 2020).

### **d. Persiapan Membran Mukosa Lambung dan Usus**

Penelitian ini menggunakan tikus sehat dengan berat rata-rata 250 gram yang telah dipuasakan selama 24 jam sebelum diberikan perlakuan. Setelah dibius dengan eter,

dilakukan pembedahan untuk mengambil organ lambung dan usus. Kemudian dibersihkan menggunakan larutan NaCl fisiologis (Wardatun et al., 2020).

e. Pengujian Floating Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Daun Pepaya

Mikrokapsul sebanyak 50 butir dimasukkan secara merata ke dalam mukosa lambung atau usus tikus. Kemudian, jaringan mukosa lambung atau usus tikus di letakkan pada kaca objek dan dimasukkan ke dalam alat pengujian disintegritas tester yang berisi medium berupa cairan lambung atau cairan usus buatan. Alat pengujian tersebut dijalankan dengan frekuensi gerakan 30 kali per menit pada suhu  $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Pengamatan terhadap mikrokapsul yang melekat pada mukosa lambung dan usus setiap 30 menit selama 2 jam (Wardatun et al., 2020).

### 3. HASIL

#### Pengujian Stabilitas Mikroenkapsulasi

**Tabel 1** Pengujian Stabilitas Formulasi Mikrokapsul Ekstrak Etanol Daun Pepaya

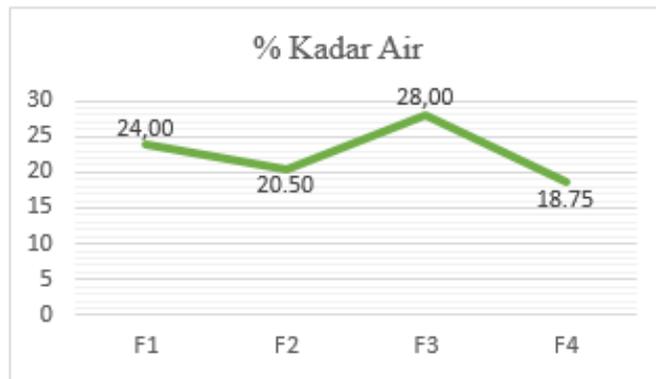
Waktu	Parameter	F1	F2	F3	F4
Siklus 1	Warna	Putih Pucat	Coklat Kehijauan	Hitam Kehijauan	Hitam Pekat
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 2	Warna	Putih Pucat	Coklat Kehijauan	Hitam Kehijauan	Hitam Pekat
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 3	Warna	Putih Pucat	Coklat Kehijauan	Hitam Kehijauan	Hitam Pekat
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 4	Warna	Putih Pucat	Coklat Kehijauan	Hitam Kehijauan	Hitam Pekat
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 5	Warna	Putih Pucat	Coklat Kehijauan	Hitam Kehijauan	Hitam Pekat
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras
Siklus 6	Warna	Putih Pucat	Coklat Kehijauan	Hitam Kehijauan	Hitam Pekat
	Tekstur	Keras	Keras	Keras	Keras

Keterangan : F1 : tanpa ekstrak; F2 : konsentrasi ekstrak 0,25; F3 konsentrasi ekstrak 0,5; F4 : konsentrasi ekstrak 0,75

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.

### Pengujian Kadar Air Mikroenkapsulasi

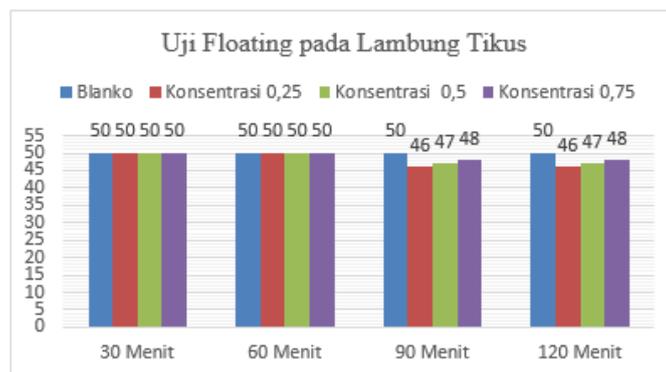
Pengujian kadar air dilakukan terhadap seluruh formulasi mikro kapsul dengan menggunakan metode termogravimetri. Formulasi yang memiliki kadar air yang paling tinggi hingga terendah secara berurutan diperoleh F3 sebesar 28%, F1 sebesar 24%, F2 sebesar 20,5%, dan F4 sebesar 18,7%. Hasil kadar air setiap formula ditunjukkan pada gambar 1.



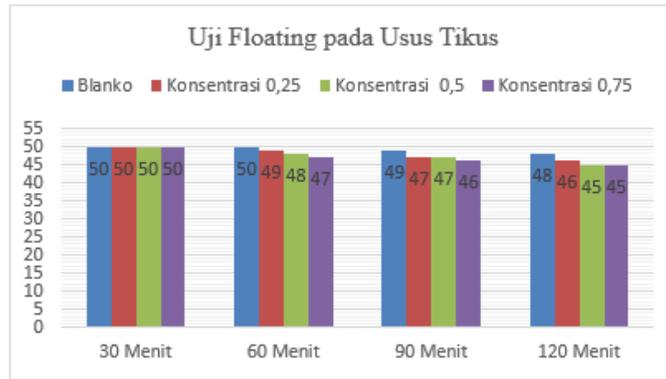
**Gambar 1** Hasil Pengujian Kadar Formulasi Mikro kapsul Ekstrak Daun

### Pengujian Floating Mikroenkapsulasi Pada Lambung dan Usus Tikus

Pengujian floating dilakukan untuk mengetahui kemampuan sediaan mikro kapsul dalam mempertahankan keberadaannya di saluran cerna. Pengamatan dilakukan selama 2 jam pada menit ke-30, 60, 90, dan 120 terhadap kelompok formulasi yakni, blanko, konsentrasi 0,25%, konsentrasi 0,5%, serta konsentrasi 0,75%. Keutuhan jaringan mukosa lambung sudah tidak layak digunakan untuk pengujian jika sudah lebih dari 2 jam.



**Gambar 2** Hasil Pengujian Floating Pada Lambung Tikus Sediaan Mikroenkapsulasi



**Gambar 3** Hasil Pengujian Floating Pada Lambung Tikus Sediaan Mikroenkapsulasi

Hasil pengujian floating pada mukosa lambung dapat dilihat pada gambar 2, Formulasi mikrokapsul blanko (tanpa ekstrak) mampu melekat secara stabil pada mukosa lambung sebanyak 50 butir selama 120 menit. Formulasi dengan konsentrasi 0,25% dan konsentrasi 0,5% mulai menunjukkan penurunan jumlah mikrokapsul yang melekat setelah 60 menit, namun tetap cukup stabil hingga akhir pengamatan yang dilakukan. Sedangkan, formulasi dengan konsentrasi 0,75% menunjukkan penurunan yang paling tinggi, yaitu sebanyak 48 butir mikrokapsul pada menit ke-120.

Berdasarkan gambar 3, pengujian floating pada usus menunjukkan bahwa formulasi mikrokapsul blanko (tanpa ekstrak) dapat mempertahankan kestabilannya, dengan penurunan jumlah mikrokapsul yang melekat dari 50 butir menjadi 48 butir mikrokapsul selama 120 menit. Sebaliknya, terdapat penurunan yang lebih besar pada formulasi yang mengandung ekstrak daun pepaya, terutama pada konsentrasi 0,75% yang menunjukkan penurunan hingga 45 butir pada akhir pengamatan.

## Pembahasan

Pada pengujian stabilitas dengan metode *cycling test* menunjukkan bahwa mikrokapsul memiliki kestabilan fisik yang baik selama enam siklus penyimpanan dengan suhu yang berbeda. Hal ini dapat terlihat pada **tabel 1** melalui pengamatan pada parameter warna dan tekstur mikrokapsul. Menurut penelitian Annissya (2024), metode *cycling test* yang digunakan mampu mensimulasikan berbagai kondisi penyimpanan dan mendeteksi perubahan yang mungkin terjadi selama masa simpan suatu sediaan.

Salah satu pengujian yang penting dalam menjaga kestabilan suatu sediaan adalah kadar air. 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  $< 10\%$  (Zahrani et al., 2025). Hal ini

kemungkinan terjadi akibat suhu pengeringan yang belum cukup optimal. Pada penelitian Kusmayadi (2021) juga menyatakan bahwa perbandingan antara bahan aktif dan bahan penyalut berpengaruh terhadap kadar air dalam produk akhir. Berdasarkan uji statistik metode *one way anova* diperoleh kadar air dari setiap formulasi terdapat perbedaan yang signifikan terhadap antara formulasi (sig. 0,003<0,05).

Dalam pengujian pada cairan lambung menunjukkan bahwa mikrokapsul mampu bertahan di dalam pH asam yaitu sekitar 1,2 hingga 3 yang merupakan kondisi umum lambung (Hidayah et al., 2021). Berdasarkan uji statistik metode *one way anova* diperoleh uji floating pada lambung setiap formulasi tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap antara formulasi (sig. 0,113>0,05). Kitosan memiliki sifat yang dapat larut dalam kondisi asam dan mampu berinteraksi dengan mukosa lambung yang bermuatan negatif sehingga dapat memperpanjang waktu tinggal mikrokapsul di dalam lambung (Desai et al., 2023). Selain itu, butiran yang dihasilkan dari nartium alginat dan  $\text{CaCl}_2$  memiliki karakteristik mukoadhesif yang mendukung bahan aktif secara bertahap dan terkontrol (Hidayah et al., 2021).

Perubahan pH ketika memasuki cairan usus yaitu sekitar 6 hingga 7,4 mengakibatkan perubahan pada struktur mikrokapsul (Sari et al., 2022). Berdasarkan uji statistik metode *one way anova* diperoleh uji floating pada usus dari setiap formulasi terdapat perbedaan yang signifikan terhadap antara formulasi (sig. 0,002<0,05). Pada kondisi ini, kitosan kehilangan kemampuan kelarutan dan muatan positifnya sehingga tidak mampu berinteraksi dengan dinding mukosa usus (Maharani & Susanti, 2022). Sementara, natrium alginat mengalami proses degradasi yang dapat mengakibatkan matriks mikrokapsul terbuka serta melepaskan bahan aktif yang terdapat di dalamnya (Sari et al., 2022).

Mekanisme ini menunjukkan bahwa mikrokapsul mampu melindungi bahan aktif di lambung dan melepaskannya secara efisien di usus sehingga sapat sesuai dengan prinsip pelepasan yang ditargetkan. Sistem formulasi mikroenkapsulasi yang telah diformulasikan telah terbukti secara ilmiah dapat bertahan di lambung dan melepaskannya secara efektif di usus (Hidayah et al., 2021).

#### 4. KESIMPULAN

Kestabilan fisik yang baik ditunjukkan dalam mikroenkapsulasi ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) yang dibuat dengan natrium alginat dan kitosan. Dengan menggunakan konsentrasi 0,75%, formulasi 4 menunjukkan kadar air terendah 18,7%,

mempunyai daya lekat yang konsisten di cairan lambung, serta mudah terurai di medium usus. Oleh karena itu, dapat digunakan sebagai metode pemberian obat secara oral yang terkendali untuk ekstrak daun pepaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, I. D., Meisha, G., Nengah, N., Fatmawati, D., & Sri, N. N. (2021). *Jurnal Medika Udayana*, 10(2), 6–12.
- Aminah, S., & Hersoelityorini, W. (2021). Review artikel: Enkapsulasi meningkatkan kualitas komponen bioaktif minuman instan. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 4, 1869–1882.
- Annissya, W. P., Lusi, N., Abdul, A., & Rian, J. A. (2024). Formulasi dan uji stabilitas krim. *Pharmacoscript*, 7(2), 219–231.
- Aqsyal, M., & Mardiyanti, S. (2023). Uji stabilitas krim antibakteri ekstrak rimpang jahe gajah (*Zingiber officinale* Roscoe). *Jurnal Farmasi dan Farmakoinformatika*, 1(1), 76–83.
- Desai, N., Rana, D., Salave, S., Gupta, R., Patel, P., Karunakaran, B., Sharma, A., Giri, J., Benival, D., & Kommineni, N. (2023). Chitosan: A potential biopolymer in drug delivery and biomedical applications. *Pharmaceutics*, 15(4). <https://doi.org/...>
- Erviana, Masniati, Masita, Taufik, M., & Kurnia, H. (2023). Gambaran pengetahuan keluarga tentang pemanfaatan tanaman obat keluarga. *Jurnal Promotif Preventif*, 6(5), 777–785.
- Halawa, K. M., Sitanggang, E. J., Napitupulu, R., & Sibuea, C. V. (2024). Kadar Interferon Gamma (IFN- $\gamma$ ) mikroenkapsulasi MSC-CD34+ dengan coating: Studi preliminari terapi seluler MDR-TB. *Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 23(2), 121–128.
- Hidayah, T. N., Djaenudin, D., & Lubis, N. (2021). Enkapsulasi probiotik *Lactobacillus* sp. menggunakan... [Nama jurnal tidak disebutkan], 6(2), 1814–1825.
- Kusmayadi, A. (2021). Pengaruh formulasi mikroenkapsulasi ekstrak kulit manggis terhadap kadar air dan sebaran jamur pada lama penyimpanan yang berbeda. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(1), 293–299.
- Maharani, P. F., & Susanti, R. (2022). Aplikasi kitosan cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) dalam ransum terhadap profil lipid darah itik. *Life Science*, 11(2), 184–191.
- 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.
- Na'imah, J., & Nasyanka, A. L. (2024). Potensi flavonoid dalam daun pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai antiinflamasi secara in silico. *Fullerene Journal of Chemistry*, 9(1), 8–13.
- Nasria, N., Tanra Tellu, A., & Nurdin, M. (2024). Analisis proksimat umbut rotan noko (*Daemonorops robusta*). *Jurnal Inovasi Global*, 2(3), 445–452.

- Nurhayani, M., Rohmawati, A., & Kurniasari, L. (2020). Mikroenkapsulasi oleoresin kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) metode spray drying dengan penyalut maltodextrin–susu skim. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(1), 12–16.
- Oktavia, R., Rini, P., & Luthfiah, A. (2024). Pepaya sebagai substitusi daging sapi: Inovasi pembuatan dendeng menggunakan daun pepaya sebagai pengganti daging sapi. 3(1), 3–6.
- Sari, D. P., Lestari, P. M., & Nining, N. (2022). Review: Komposit polimer pektin dalam sistem penghantaran obat. *Majalah Farmasetik*, 7(1), 1–17.
- 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.
- Sari, S. K. (2020). Mikroenkapsulasi asam mefenamat dengan penyalut natrium carboxymethyl cellulose. 7–11.
- Teheni, M. T., Nurwanti, R., & Syafriah, W. O. (2023). Penetapan kadar saponin ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* Linn) menggunakan metode gravimetri. *Jurnal Ners*, 7(1),
- 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.
- Wati, R. R., Sriwidodo, S., & Chaerunisa, A. Y. (2022). Peningkatan stabilitas fitokonstituen melalui pendekatan mikroenkapsulasi. *Majalah Farmasetika*, 7(1), 39.
- Zahrani, U. T., Rahayu, I. D., Ulandari, A. S., Jl, A., Brojonegoro, S., & Meneng, G. (2025). Kandungan senyawa fitokimia dan aktivitas antibakteri ekstrak daun pepaya