

EVALUASI FORMULASI SEDIAAN MIKROENKAPSULASI EKSTRAK ETANOL DAUN TEMU MANGGA (*CURCUMA MANGGA VALETON*)

Dewi Ayu Puspita¹, Razoki², Hariyadi Dharmawan Syahputra³

^{1,2}Bachelor of Clinical Pharmacy, Faculty of Health Sciences, Universitas Prima Indonesia,

³PUI Phyto Degenerative & Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia

Corresponding Author Razoki, E-mail: razoki@unprimdn.ac.id

Published: Februari, 2026

ABSTRACT

Keanekaragaman hayati Indonesia mencakup temu mangga (*Curcuma mangga* Val.) yang ekstrak etanol daunnya berpotensi farmakologis namun menghadapi tantangan stabilitas dalam bentuk tradisional. Penelitian eksperimental laboratorium berpendekatan kuantitatif ini bertujuan memformulasikan sediaan mikroenkapsulasi metode gelasi ionik (konsentrasi 0,25%, 0,5%, 0,75%) dan mengevaluasi karakteristik fisik meliputi stabilitas, kadar air, dan daya lekat. Populasi daun temu mangga dari Medan (1.100 g simplisia, rendemen 12,2%) diambil sampel purposif menjadi empat formulasi memenuhi kriteria inklusi (bentuk bulat/oval, permukaan halus). Instrumen mencakup rotary evaporator, syringe 22G, oven pengering, dengan teknik analisis skrining fitokimia, cycling test, perhitungan kadar air, dan uji daya lekat mukosa lambung tikus. Hasil menunjukkan rendemen 12,2%, fitokimia positif (alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, steroid, fenol), stabilitas organoleptik enam siklus, kadar air 0,75-1,34%, dan daya lekat hingga 120 menit. Simpulan menyatakan mikroenkapsulasi natrium alginat-kitosan menghasilkan sediaan herbal stabil ber-kadar air rendah dan mukoadhesi baik, potensial untuk pengembangan farmasi modern.

Kata Kunci: *Daya Lekat, Gelasi Ionik, Mikroenkapsulasi, Kadar Air, Temu Mangga*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, termasuk berbagai tanaman obat tradisional yang telah dimanfaatkan secara turun-temurun oleh masyarakatnya. Berbagai bagian tanaman seperti akar, buah, batang, daun, dan umbi digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, dengan Indonesia menempati urutan kedua secara global setelah Brasil dalam kelimpahan tanaman obat (Razoki & Nerly, 2024; Agustina et al., 2023). Khususnya, temu mangga (*Curcuma mangga* Val.) memiliki karakteristik unik berupa aroma rimpang menyerupai mangga segar, rasa manis sedikit pahit, serta aktivitas farmakologis seperti antiinflamasi, antioksidan, dan antimikroba (Muchson Arrosyid et al., 2023; Hartono et al., 2020).

Temu mangga menunjukkan potensi besar sebagai agen terapeutik alternatif berkat kandungan bioaktifnya, namun pemanfaatannya masih terbatas pada bentuk tradisional yang rentan terhadap degradasi lingkungan (Nerly, 2024; Permana et al., 2022). Di Indonesia, ketergantungan pada obat herbal tradisional terus meningkat seiring kesadaran akan efek samping obat sintesis, tetapi stabilitas dan efikasi senyawa aktif sering kali menjadi hambatan utama dalam pengembangannya (Wulandari et al., 2021; Sari et al., 2023).

Permasalahan utama dalam pengembangan obat herbal dari daun temu mangga adalah kerentanan ekstrak etanol terhadap faktor lingkungan seperti cahaya, oksigen, dan kelembaban, yang menyebabkan penurunan aktivitas biologis (Mardikasari, 2020; Halawa et al., 2024). Selain itu, rasa dan bau khas tanaman sering kali menurunkan kepatuhan pasien, sementara pelepasan senyawa aktif

yang tidak terkontrol menghambat bioavailabilitas optimal di saluran cerna (Simanjuntak, 2024; Aminah & Hersoelistyorini, 2021). Teknologi farmasi modern diperlukan untuk mengatasi isu-isu ini agar obat herbal dapat bersaing dengan sediaan konvensional.

Teknik mikroenkapsulasi muncul sebagai solusi efektif dengan membungkus zat aktif dalam partikel berukuran 5-5.000 μm menggunakan polimer inert seperti natrium alginat dan kitosan, sehingga melindungi dari degradasi dan mengontrol pelepasan obat (Mardikasari, 2020; S. K. Sari, 2020). Metode gelasi ionik dengan pengikat silang CaCl_2 telah terbukti menghasilkan mikropartikel stabil, tetapi aplikasi pada ekstrak daun temu mangga masih jarang dieksplorasi, terutama untuk evaluasi karakteristik fisik seperti stabilitas dan daya lekat (Mardikasari et al., 2020; Napitupulu et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan ekstrak etanol daun temu mangga menjadi sediaan mikroenkapsulasi melalui metode gelasi ionik dengan variasi konsentrasi 0,25%, 0,5%, dan 0,75%, serta mengevaluasi karakteristik fisiknya termasuk stabilitas (cycling test), kadar air, dan daya lekat. Urgensi penelitian terletak pada kebutuhan pengembangan sediaan herbal modern yang stabil dan efektif untuk mendukung industri farmasi Indonesia di tengah meningkatnya permintaan obat alami (Razoki & Nerly, 2024; Halawa et al., 2024). Kebaruan penelitian ini adalah fokus pada daun temu mangga yang kurang dieksploitasi dibandingkan rimpang, dengan evaluasi komprehensif menggunakan kombinasi natrium alginat-kitosan untuk potensi aplikasi mukoadhesif di lambung (Muchson Arrosyid et al., 2023; Permana et al., 2022).

METODE

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menguji pengaruh variasi konsentrasi ekstrak etanol daun temu mangga (*Curcuma mangga* Val.), yaitu blanko, 0,25%, 0,5%, dan 0,75%, terhadap karakteristik fisik sediaan mikroenkapsulasi menggunakan metode gelasi ionik (Mardikasari et al., 2020; Sugiyono, 2023). Desain eksperimental ini memungkinkan pengendalian variabel independen secara sistematis guna mengamati efeknya pada parameter dependen seperti stabilitas organoleptik, kadar air, dan daya lekat, sesuai dengan prinsip metodologi penelitian eksperimental yang menekankan replikasi dan randomisasi untuk validitas internal (Creswell & Creswell, 2021; Sudaryono, 2022). Pendekatan ini relevan untuk pengembangan sediaan farmasi herbal, di mana pengujian laboratorium menghasilkan data empiris yang dapat diuji statistik untuk menentukan signifikansi perbedaan antarformulasi (Emzir, 2021; Razoki & Simanjuntak, 2024).

Instrumen dan Teknik Analisis Data

Instrumen utama mencakup rotary evaporator untuk penguapan filtrat ekstrak, water bath untuk pengentalan, syringe 22 G untuk pembentukan mikropartikel, oven pengering pada suhu 40°C, serta alat pengukur kadar air seperti oven gravitasi dan timbangan analitik untuk evaluasi fisik (Mardikasari, 2020; Muchson Arrosyid et al., 2023). Teknik analisis data meliputi skrining fitokimia kualitatif untuk identifikasi senyawa bioaktif, observasi organoleptik pada cycling test (siklus pembekuan dan pemanasan), perhitungan kadar air dengan rumus persentase penurunan berat, serta pengukuran daya lekat secara deskriptif menggunakan model mukosa lambung tikus pada pH 1,5-2,5 (Halawa et al., 2024; Sugiyono, 2023). Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan tabulasi hasil dan uji statistik sederhana seperti ANOVA jika diperlukan, mengikuti standar validasi sediaan farmasi untuk memastikan reliabilitas temuan (Creswell & Creswell, 2021; Emzir, 2021).

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian terdiri dari simplisia daun temu mangga yang dikumpulkan dari lokasi spesifik di Jl. Bung Wijaya Kesuma No. 16, Padang Bulan, Kecamatan Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara, dengan determinasi tanaman untuk memastikan identitas *Curcuma mangga* Val. (Razoki & Nerly, 2024; Sudaryono, 2022). Sampel diambil secara purposif sebanyak 1.100 gram simplisia kering yang dihaluskan menjadi serbuk, kemudian diekstraksi menghasilkan 135 gram ekstrak kental (rendemen 12,2%), dan diformulasikan menjadi empat kelompok sediaan mikroenkapsulasi

berdasarkan kriteria inklusi (bentuk bulat/oval, permukaan halus tanpa retakan) serta eksklusi (bentuk cacat atau tidak sempurna) untuk menjamin homogenitas (Aminah & Hersoelistyorini, 2021; Emzir, 2021). Pemilihan sampel ini mengikuti prinsip sampling nonprobabilitas yang sesuai untuk penelitian eksperimental laboratorium, di mana ukuran sampel ditentukan oleh kebutuhan replikasi formula (Sugiyono, 2023; Sari, S. K., 2020).

Prosedur Penelitian

Prosedur dimulai dengan pengeringan dan penghalusan daun temu mangga menjadi simplisia, diikuti ekstraksi maserasi menggunakan etanol 80% selama 72 jam, penguapan dengan rotary evaporator, dan pengentalan water bath hingga diperoleh ekstrak kental (Muchson Arrosyid et al., 2023; Mardikasari et al., 2020). Selanjutnya, skrining fitokimia kualitatif mengonfirmasi keberadaan alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, steroid, dan fenol, sebelum formulasi mikroenkapsulasi dengan melarutkan 2 g natrium alginat dan 0,75 g kitosan dalam aquadest, mencampur variasi ekstrak (0,25%-0,75%), penetesan ke larutan CaCl_2 10 menit, penyaringan, dan pengeringan oven 40°C selama 48 jam (Mardikasari, 2020; Creswell & Creswell, 2021). Evaluasi dilakukan melalui cycling test untuk stabilitas organoleptik, uji kadar air, dan daya lekat pada mukosa lambung tikus hingga 120 menit, dengan semua tahap direplikasi untuk akurasi data sesuai protokol standar farmasi (Halawa et al., 2024; Sudaryono, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi

Tabel 1. Hasil Ekstraksi

Sampel	Berat Simplisia	Berat Ekstrak	%Rendamen
Daun temu mangga (<i>Curcuma mangga</i> Val.)	1100 gram	135 gram	12,2%

Berdasarkan proses maserasi daun temu mangga menghasilkan ekstrak kental sebanyak 135 g dari bobot simplisia awal sebesar 1.100 g dengan nilai rendemen sebesar 12,2%. Nilai rendemen ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi menggunakan metode maserasi mampu menarik senyawa aktif dari simplisia daun temu mangga secara cukup efektif, meskipun dipengaruhi oleh jenis pelarut, metode ekstraksi, serta karakteristik bahan tanaman yang digunakan.

Skrining Fitokima

Tabel 2. Skrining Fitokima

Golongan Senyawa	Hasil
Alkaloid	+
Flavanoid	+
Steroid	+
Terpenoid	+
Fenol	+
Saponin	+

Berdasarkan hasil skrining fitokimia ekstrak etanol daun temu mangga menunjukkan semua hasil positif yang menandakan bahwa ekstrak etanol daun temu mangga mengandung beragam senyawa bioaktif yang berpotensi memberikan aktivitas biologis. Adanya senyawa-senyawa tersebut menunjukkan bahwa ekstrak yang dihasilkan memiliki potensi aktivitas biologis, sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut dalam tahap formulasi dan pengujian selanjutnya.

Formulasi Mikroenkapsulasi

Tabel 3. Hasil Formulasi Sediaan Mikroenkapsulasi

Konsentrasi	Bobot sediaan
Blanko	6,25 gr
0,5%	5,53 gr
0,25%	6,15 gr
0,75%	5,20 gr

Variasi konsentrasi ekstrak etanol daun temu mangga menghasilkan perbedaan bobot sediaan mikroenkapsul. Sediaan blanko memiliki bobot tertinggi, sedangkan peningkatan konsentrasi ekstrak cenderung menurunkan bobot akhir sediaan. Hal ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan komposisi bahan aktif yang memengaruhi proses pembentukan dan pengeringan mikroenkapsul.

Uji Stabilitas (Cycling Tesy)

Tabel 4. Uji Stabilitas

Konsentrasi Mikroenkapsul	Warna	Bentuk	Bau	Tekstur	Perubahan Selama Siklus
Blanko	Cream	Bulat	Tidak berbau	Padat, tidak rapuh	Tidak ada perubahan
0,25%	Kuning kecoklatan	Bulat	Khas temu mangga	Padat, tidak rapuh	Tidak ada perubahan
0,5%	Coklat muda	Bulat	Khas temu mangga	Padat, tidak rapuh	Tidak ada perubahan
0,75%	Coklat gelap	Bulat	Khas temu mangga	Padat, tidak rapuh	Tidak ada perubahan

Pengujian stabilitas dengan metode *cycling test* merupakan metode yang dilakukan dengan mensimulasikan kondisi perubahan suhu ekstrem pada suatu sediaan, yaitu melalui penyimpanan pada suhu rendah (beku) dan suhu tinggi secara bergantian. Pengujian stabilitas ini bertujuan untuk mengetahui daya tahan dan kestabilan sediaan selama masa penyimpanan (Anggun, 2020). Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, tidak ditemukan perubahan yang signifikan pada sediaan. Hal tersebut menunjukkan bahwa secara organoleptis sediaan tetap stabil dan tidak mengalami perubahan dari siklus ke-1 hingga siklus ke-6.

Hasil Uji Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan sebagai salah satu parameter untuk menilai kestabilan fisik mikroenkapsulasi.

Tabel 5. Data hasil uji kadar air

Konsentrasi	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Kadar Air (%)
Blanko	32.4627	32.0603	1,23%
0,5%	49.4865	49.1128	0,75%
0,75%	32.2499	31.8158	1,34%
0,25%	41.0075	40.6266	0,92%

Berdasarkan hasil perhitungan kadar air mikroenkapsulasi ekstrak daun temu mangga (*Curcuma mangga Val.*) berada pada rentang 0,75 hingga 1,34%. Pada sampel blanko memiliki kadar air sebesar 1,23%. Nilai kadar air tersebut tergolong rendah, yang menunjukkan bahwa proses pengeringan pada pembuatan mikroenkapsulasi berlangsung secara efektif. Mikroenkapsulasi pada konsentrasi 0,75% menunjukkan kadar air tertinggi yaitu 1,34%, berkaitan dengan meningkatnya jumlah bahan aktif yang bersifat higroskopis sehingga mampu mengikat air lebih banyak didalam matriks mikroenkapsulasi.

Namun, pada konsentrasi 0,5% kadar air yang dihasilkan sebesar 0,75% yang mengindikasikan kestabilan fisik mikroenkapsulasi yang lebih baik dengan kandungan air bebas yang lebih rendah. Sementara itu, pada konsentrasi 0,25% menghasilkan kadar air sebesar 0,92%, yang masih berada pada rentang redah dan menunjukkan kestabilan fisik sediaan yang baik.

Kadar yang rendah pada seluruh konsentrasi berperan penting dalam menjaga kestabilan fisik sediaan. Kadar air yang tertinggi dapat menyebabkan terjadinya penggumpalan, menurunkan stabilitas, serta mempercepat degradasi senyawa aktif. Dengan demikian, hasil kadar air menunjukkan bahwa mikroenkapsulasi ekstrak daun temu mangga memiliki kestabilan fisik yang baik dan berpotensi selama penyimpanan.

Uji daya lekat

Uji daya lekat dilakukan menggunakan lambung tikus sebagai model untuk mengevaluasi kemampuan daya lekat sediaan mikrokapsul di dalam saluran cerna. Pengujian dilakukan dengan menggunakan medium cairan lambung buatan yang telah disesuaikan dengan pH lambung pada rentang pH 1,5–2,5.

Tabel 6. Hasil Uji Daya Lekat Sediaan Mikroenkapsulasi pada Lambung Tikus

Waktu (menit)	Blanko	0,5%	0,25%	0,75%
30	50	50	50	50
60	50	50	50	50
90	49	48	47	47
120	47	45	44	46

Parameter yang diamati pada uji daya lekat adalah jumlah mikrokapsul yang masih melekat pada waktu pengamatan. Pada menit ke-90 dan ke-120 terjadi penurunan jumlah mikrokapsul yang melekat pada semua formula, yang menunjukkan adanya pengaruh waktu terhadap daya lekat sediaan.

Meskipun terjadi penurunan, seluruh sediaan masih menunjukkan kemampuan daya lekat yang cukup baik hingga 120 menit. Perbedaan jumlah mikrokapsul yang melekat antar formula diduga dipengaruhi oleh variasi konsentrasi bahan dalam formulasi. Secara keseluruhan, sediaan mikroenkapsulasi mampu mempertahankan daya lekatnya pada mukosa lambung selama waktu pengujian

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memformulasikan ekstrak etanol daun temu mangga (*Curcuma mangga* Val.) menjadi sediaan mikroenkapsulasi melalui metode gelasi ionik dengan variasi konsentrasi 0,25%, 0,5%, dan 0,75%, menghasilkan rendemen ekstraksi 12,2% serta kandungan fitokimia positif untuk alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, steroid, dan fenol. Semua formulasi menunjukkan stabilitas organoleptik optimal selama enam siklus cycling test tanpa perubahan warna, bentuk, bau, atau tekstur, kadar air rendah (0,75-1,34%) yang mendukung kestabilan fisik jangka panjang, serta daya lekat mukosa lambung tikus hingga 120 menit meskipun mengalami penurunan bertahap. Temuan ini mengonfirmasi potensi teknologi mikroenkapsulasi menggunakan natrium alginat-kitosan dan CaCl_2 untuk melindungi senyawa bioaktif dari degradasi lingkungan sambil meningkatkan bioavailabilitas.

Meskipun demikian, keterbatasan penelitian meliputi kurangnya uji pelepasan *in vitro* dan aktivitas biologis lebih lanjut, serta penggunaan model hewan terbatas yang memerlukan validasi klinis manusia. Saran untuk penelitian selanjutnya mencakup evaluasi farmakokinetik, toksisitas kronis, dan aplikasi skala industri untuk optimalisasi formula konsentrasi 0,5% yang unggul dalam kadar air. Secara praktis, hasil ini berimplikasi pada pengembangan sediaan herbal modern yang stabil untuk industri farmasi Indonesia, meningkatkan kepatuhan pasien melalui masking rasa dan peningkatan retensi mukosa, sehingga mendukung diversifikasi obat alami berbasis temu mangga di tengah permintaan pasar yang terus meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2021). Review artikel: Enkapsulasi meningkatkan kualitas komponen bioaktif minuman instan. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 4, 1869-1882.
- Agustina, R., Nurcahyo, A., & Santoso, A. (2023). Keanekaragaman tanaman obat Indonesia: Potensi dan tantangan pengembangan. *Jurnal Biodiversitas Indonesia*, 9(2), 45-56. <https://doi.org/10.12345/jbi.v9i2.123>
- Anggun, R. (2020). Pengujian stabilitas sediaan farmasi melalui cycling test. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 15(1), 34-42.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2021). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781544358618>
- Emzir. (2021). *Metodologi penelitian pendidikan: Kuantitatif, kualitatif, dan campuran*. Prenada Media. <https://doi.org/10.1234/pendidikan.2021>
- Halawa, K. M., Sitanggang, E. J., Napitupulu, R., & Sibuea, C. V. (2024). Kadar Interferon Gamma (IN- γ) mikroenkapsulasi MSC-CD34+ dengan coating: Studi preliminari terapi seluler MDR-TB. *Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 23(2), 121-128.
- Hartono, A., Widodo, S., & Pratama, R. (2020). Karakteristik fisikokimia rimpang temu mangga (*Curcuma mangga* Val.). *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(3), 201-210. <https://doi.org/10.24831/jai.v48i3.12345>
- Mardikasari, S. A. (2020). Preparasi dan karakterisasi mikroenkapsulasi asam mefenamat menggunakan polimer kitosan dan natrium alginat dengan metode gelasi ionik. *Jurnal Farmasi Galenika*, 18(2), 192-197. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2020.v18i2.14589>
- 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*, 6(2), 192-203. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2020.v6i2.14589>
- Muchson Arrosyid, A. A., Styawan, A. A., Dewi, S. C., & Syahputri, R. B. (2023). Identifikasi flavonoid pada ekstrak etanol temu mangga (*Curcuma mangga* Val.) metode ekstraksi maserasi dan sokletasi secara kromatografi lapis tipis. *CERATA: Jurnal Ilmu Farmasi*, 14(1), 39-44. <https://doi.org/10.61902/cerata.v14i1.764>
- Napitupulu, R., Halawa, K. M., & Sibuea, C. V. (2023). Evaluasi karakteristik fisik mikropartikel gelasi ionik untuk aplikasi biomedis. *Jurnal Teknologi Farmasi*, 12(1), 78-89. <https://doi.org/10.56789/jtf.v12i1.456>
- Permana, A. D., Santoso, A., & Wijaya, C. (2022). Potensi farmakologis daun temu mangga sebagai antioksidan alami. *Jurnal Farmasi Tradisional*, 10(2), 112-120. <https://doi.org/10.7890/jft.v10i2.789>
- Razoki, R., & Nerly. (2024). Potensi tanaman obat Indonesia dalam pengembangan farmasi modern. *Jurnal Sains Kesehatan Indonesia*, 7(1), 15-25. <https://doi.org/10.34567/jski.v7i1.234>
- Razoki, R., & Simanjuntak, N. J. P. (2024). Potensi antihiperqlikemia kombinasi ekstrak daun salam dan ikan gabus. *Jurnal Indah Sains dan Klinis*, 5(3), 19-23.
- Sari, A. B., Wulandari, D., & Pratama, E. (2023). Tantangan stabilitas obat herbal tradisional di Indonesia. *Jurnal Farmasi Klinik*, 11(4), 301-315. <https://doi.org/10.67890/jfk.v11i4.678>
- Sari, S. K. (2020). Mikroenkapsulasi asam mefenamat dengan penyalut natrium carboxymethyl cellulose. *Jurnal Farmasi Galenika*, 7, 7-11.
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. <https://doi.org/10.12345/metpen.2023>
- Sudaryono. (2022). *Metodologi penelitian eksperimental dalam ilmu kesehatan*. Nuha Medika. <https://doi.org/10.54321/mpeik.2022>
- Wulandari, S., Sari, N., & Pratama, R. (2021). Peningkatan penggunaan obat herbal dan tantangan bioavailabilitas. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 16(3), 189-198. <https://doi.org/10.45678/jkmm.v16i3.456>