

Potensi Kombinasi Ekstrak Daun Mangga (*Mangifera indica*) dan Kulit Nanas (*Ananas comosus*) Jambi sebagai Antidiabetes Tipe 2 melalui Metode Enkapsulasi

Gita Aprilsa^{1*}, Norita Simbolon¹, Feni Situmorang¹, Reva Meyliza¹, Delvina Jelita Putri¹, Yusnaidar², Doni Lopian Hendri³

¹Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi

²Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

³Laboratorium Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi

Article info	Abstrak
History Submission: 29-10-2025 Review: 29-10-2025 Accepted: 25-12-2025	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sediaan enkapsulasi kombinasi ekstrak daun mangga (<i>Mangifera indica</i>) dan kulit nanas (<i>Ananas comosus</i>) sebagai kandidat pengobatan diabetes berdasarkan bahan alami lokal dari Jambi. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan etanol 96%, menghasilkan 91,33 gram ekstrak daun mangga pekat dan 50,19 gram ekstrak kulit nanas dari masing-masing 400 gram bahan obat mentah kering. Enkapsulasi dilakukan menggunakan kombinasi maltodekstrin dan gelatin sebagai bahan pelapis melalui pengeringan beku pada suhu -53°C selama 30 jam. Hasil pengeringan menunjukkan pembentukan bubuk enkapsulasi berwarna hijau tua dengan tekstur yang halus dan stabil. Pengujian aktivitas antidiabetes in vitro menggunakan metode DPPH pada panjang gelombang 517 nm menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat, sementara pengujian in vivo dilakukan pada tikus jantan yang diinduksi dengan aloksan dengan lima kelompok perlakuan (normal, positif, negatif, dan kombinasi ekstrak 100 mg/kgBW dan 300 mg/kgBW). Pengujian kadar glukosa dilakukan pada hari ke-3, ke-7, dan ke-14. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak memiliki kemampuan untuk secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah dibandingkan dengan kelompok lain. Hal ini menegaskan bahwa proses enkapsulasi dapat mempertahankan stabilitas senyawa bioaktif sekaligus meningkatkan efektivitas kombinasi ekstrak sebagai agen antidiabetes alami.
Kata Kunci: <i>antioksidan; fraksinasi;</i> <i>Ipomoea carnea Jacq; metode dpph</i>	Abstract <i>This study aims to develop a combination encapsulation preparation of mango leaf extract (<i>Mangifera indica</i>) and pineapple peel (<i>Ananas comosus</i>) as a candidate for diabetes treatment based on local natural ingredients from Jambi. Extraction was performed using the maceration method with 96% ethanol, yielding 91.33 grams of concentrated mango leaf extract and 50.19 grams of pineapple peel extract from 400 grams of dried crude drug each. Encapsulation was performed using a combination of maltodextrin and gelatin as coating materials through freeze drying at -53°C for 30 hours. The drying results showed the formation of a dark green encapsulation powder with a smooth and stable texture. In vitro antidiabetic activity testing using the DPPH method at a wavelength of 517 nm showed strong antioxidant activity, while in vivo testing was performed on male mice induced with alloxan with five treatment groups (normal, positive, negative, and a combination of 100 mg/kgBW and 300 mg/kgBW extracts). Glucose level testing was performed on days 3, 7, and 14. The results showed that the extract combination had the ability to significantly lower blood glucose levels compared to the other groups. This confirms that the encapsulation process can maintain the stability of bioactive compounds while increasing the effectiveness of the extract combination as a natural antidiabetic agent.</i>
Keywords: <i>antioxidant; fractionation;</i> <i>Ipomoea carnea Jack; dpph method</i>	



Copyright © 2025 by Authors. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

I. Pendahuluan

Diabetes mellitus merupakan gangguan metabolismik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah akibat disfungsi hormon insulin, yang berperan dalam menjaga keseimbangan kadar gula tubuh (Astutisari, Darmini dan Wulandari, 2022). Secara klinis, seseorang dapat dikategorikan mengalami diabetes mellitus apabila kadar gula darahnya mencapai ≥ 200 mg/dL atau ketika puasa mencapai ≥ 126 mg/dL (Hestiana, 2017). Penyakit ini bersifat progresif dan dapat mempengaruhi berbagai sistem organ sehingga meningkatkan risiko komplikasi serius, termasuk luka kronis yang sulit sembuh hingga amputasi.

Secara global, prevalensi diabetes menunjukkan tren peningkatan yang signifikan. Di kawasan Asia Pasifik tercatat sebanyak 82 juta kasus pada tahun 2017, dan jumlah tersebut diprediksi menjadi 151 juta pada tahun 2045. Indonesia saat ini menempati peringkat keenam negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi (Sasmitta, 2021). Kondisi ini menunjukkan perlunya strategi penanganan yang tidak hanya berfokus pada penurunan kadar glukosa darah, tetapi juga upaya pencegahan komplikasi jangka panjang. Penggunaan antidiabetes sintetis seperti metformin telah banyak diterapkan, namun terapi jangka panjang berpotensi menimbulkan efek samping (Dutta *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pengembangan alternatif terapi berbasis bahan alam relevan karena lebih aman, terutama dari bahan alam yang kaya senyawa bioaktif seperti flavonoid.

Diabetes mellitus merupakan gangguan metabolismik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah akibat disfungsi hormon insulin, yang berperan dalam menjaga keseimbangan kadar gula tubuh (Astutisari, Darmini dan Wulandari, 2022). Secara klinis, seseorang dapat dikategorikan mengalami diabetes mellitus apabila kadar gula darahnya mencapai ≥ 200 mg/dL atau ketika puasa mencapai ≥ 126 mg/dL (Hestiana, 2017). Penyakit ini bersifat progresif dan dapat mempengaruhi berbagai sistem organ sehingga meningkatkan risiko komplikasi serius, termasuk luka kronis yang sulit sembuh hingga amputasi.

Secara global, prevalensi diabetes menunjukkan tren peningkatan yang signifikan. Di kawasan Asia Pasifik tercatat sebanyak 82 juta kasus pada tahun 2017, dan jumlah tersebut diprediksi menjadi 151 juta pada tahun 2045. Indonesia saat ini menempati peringkat keenam negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi (Sasmitta, 2021). Kondisi ini menunjukkan perlunya strategi penanganan yang tidak hanya berfokus pada penurunan kadar glukosa darah, tetapi juga upaya pencegahan komplikasi jangka panjang. Penggunaan antidiabetes sintetis seperti metformin telah banyak diterapkan, namun terapi jangka

panjang berpotensi menimbulkan efek samping (Dutta *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pengembangan alternatif terapi berbasis bahan alam relevan karena lebih aman, terutama dari bahan alam yang kaya senyawa bioaktif seperti flavonoid.

Daun mangga (*Mangifera indica*) dan kulit nanas (*Ananas comosus*) merupakan contoh tanaman dengan kandungan senyawa bioaktif yang paling banyak ditemukan di Indonesia, termasuk di Provinsi Jambi. Daun mangga diketahui mengandung mangiferin, flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik yang berfungsi dalam penghambatan enzim α -amilase, peningkatan penyerapan glukosa, aktivitas antioksidan, serta perlindungan sel β -pankreas (Ngo *et al.*, 2019). Sementara itu, kulit nanas mengandung flavonoid, tanin, alkaloid, dan enzim bromelain yang berperan dalam menurunkan stres oksidatif dan meningkatkan sensitivitas insulin. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak kulit nanas mampu menurunkan kadar glukosa darah pada hewan uji setelah perlakuan selama 14 hari, sehingga menunjukkan potensinya sebagai agen antidiabetes alami (Oktariani *et al.*, 2024).

Namun, senyawa bioaktif pada ekstrak tanaman cenderung tidak stabil terhadap panas, cahaya, dan oksidasi. Oleh karena itu, diperlukan sistem penghantaran obat yang tepat agar obat dapat bekerja dengan efektif dan tepat sasaran. Metode penghantaran obat yang dapat digunakan adalah secara oral melalui proses enkapsulasi. Proses ini bertujuan untuk melindungi senyawa-senyawa aktif yang terdapat pada (*Mangifera indica*) dan kulit nanas (*Ananas comosus*) serta meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitasnya (Angelina *et al.*, 2021). Sediaan enkapsul memberikan kelebihan seperti dosis yang lebih presisi, tidak berbau, mudah ditelan, dan mampu melepaskan bahan aktif secara terkontrol (Mahardika *et al.*, 2023).

Berdasarkan hal tersebut, pemanfaatan kombinasi ekstrak daun mangga (*Mangifera indica*) dan kulit nanas (*Ananas comosus*) dalam bentuk sediaan enkapsulan diharapkan dapat menjadi alternatif terapi antidiabetes berbasis bahan lokal. Selain berpotensi secara farmakologis, pengembangan ini juga mendukung nilai tambah komoditas unggulan Provinsi Jambi serta pemanfaatan limbah organik secara berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memformulasikan sediaan enkapsulan kombinasi ekstrak daun mangga (*Mangifera indica*) dan kulit nanas (*Ananas comosus*) serta mengevaluasi efektivitasnya dalam menurunkan kadar glukosa darah sebagai upaya inovasi pengobatan berbasis sumber daya alam.

II. Metode Penelitian

II.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah corong buchner, grinder, erlenmeyer, labu takar, rotary

evaporator, *freeze dryer*, ayakan 60 mesh, instrumen FTIR, instrumen spektroskopi UV-Vis, spuit sonde, sonde oral, glukometer.

Bahan-bahan yang digunakan adalah daun mangga (*Mangifera indica*), kulit nanas (*Ananas comosus*), etanol 96%, NaCl fisiologis, aquadest, maltodekstrin, gelatin, metformin, aloksan, reagen DPPH, gula, alkohol 70%, dan mencit untuk uji *in vivo*.

II.3 Prosedur Riset

II.3.1 Pengambilan Sampel

Sampel utama yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas daun mangga (*Mangifera indica*) dan kulit nanas (*Ananas comosus*) sebagai bahan baku utama pembuatan ekstrak. Daun mangga diperoleh dari wilayah Kota Jambi, sedangkan kulit nanas dikumpulkan dari Kecamatan Tangkit Baru, Provinsi Jambi.

II.3.2 Pengolahan Sampel

Daun mangga (*Mangifera indica*). Sampel segar yang telah diambil dari pohon, kemudian dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran. Setelah itu, daun dikeringkan di oven pada suhu 45-50°C hingga kering, lalu digiling menjadi serbuk halus. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan 400 gram serbuk kering dan pelarut etanol 96% sebanyak 4000 mL. Proses maserasi berlangsung selama 3 hari dengan pengadukan harian. Setelah selesai, filtrat dipisahkan dari ampas, dan filtrat diuapkan menggunakan rotary evaporator untuk menghasilkan ekstrak kental.

Kulit nanas (*Ananas comosus*). Sampel yang telah disortir, kemudian dicuci dengan air mengalir, lalu dikeringkan dalam oven suhu 50-55°C untuk menjaga kandungan senyawa bioaktif. Setelah kering, kulit nanas digiling menjadi serbuk, diayak untuk menyeragamkan ukuran, dan disimpan dalam wadah tertutup yang kering dan terlindung dari cahaya. Serbuk kulit nanas 400 gram dimerasasi dengan etanol 96% sebanyak 4000 mL selama 3x24 jam pada suhu ruangan dengan sesekali pengadukan. Filtrat hasil ekstraksi kemudian disaring dan dipekatkan dengan rotary evaporator pada suhu 60°C.

II.3.3 Proses Enkapsulasi

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sari, Aditiyarini dan Arestanti, 2024), hasil enkapsulasi dikeringkan dalam pengering beku dengan *freeze drying*. Pembuatan larutan enkapsulasi sebanyak 100 ml dilakukan dengan maltodekstrin dengan gelatin, dengan maltodekstrin sebanyak 5 gram dan gelatin 1 gram, kemudian ditambahkan aquades 100 ml. Setelah itu dimasukkan masing-masing ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus*) dan daun mangga (*Mangifera indica*) kental sebanyak 25 gram. Kemudian dihomogenisasi selama 30 menit hingga ekstrak yang telah tercampur dengan sempurna.

Selanjutnya dikeringkan dalam *freeze drying* pada suhu -55°C selama 30 jam hingga mudah dilepaskan. Setelah itu, enkapsulan kering dihaluskan dengan cara digerus dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

II.3.4 Uji Parameter Enkapsulan

Uji Organoleptik

Dalam penelitian ini, uji organoleptik dilakukan oleh 15-20 panelis tidak terlatih. Panelis akan melakukan identifikasi perubahan yang terjadi pada produk yang dihasilkan seperti keseragaman warna, tingkat kekeringan, serta adanya indikasi penggumpalan atau bau khas bahan alam.

Uji Kadar Air

Pengujian ini dilakukan dengan metode gravimetri menggunakan oven pengering. Sebanyak ±2 gram serbuk enkapsulan ditimbang, kemudian dikeringkan pada suhu 105°C hingga diperoleh berat konstan. Setelah didinginkan dalam desikator, berat akhir dicatat, dan kadar air dihitung menggunakan Formula 1.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \% \quad (1)$$

dengan W_1 = berat awal dan W_2 = berat akhir sampel. Nilai kadar air yang rendah (<5%) diharapkan menunjukkan bahwa proses *freeze drying* berhasil menghilangkan sisa pelarut air secara optimal, sehingga produk memiliki kestabilan fisik yang baik. Di dalam peraturan BPOM No. 32 Thn. 2019 terkait syarat keamanan dan mutu obat tradisional adalah kadar air tidak boleh lebih dari 10% (Tandi, Purwanti dan Kemila, 2021).

Uji Rendemen

Rendemen merupakan persentase perbandingan antara berat produk akhir dengan berat bahan awal yang digunakan dalam proses pengolahan. Semakin tinggi nilai rendemen, umumnya menunjukkan bahwa semakin banyak komponen bioaktif yang berhasil dipertahankan dalam produk tersebut (Putri, Purwati dan Safitri, 2021). Rendemen dihitung dengan menggunakan Formula 2.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat serbuk enkapsulan}}{\text{Berat total bahan awal}} \times 100 \% \quad (2)$$

Uji Spektrum FTIR

Sampel yang dianalisis meliputi: serbuk simplisia daun mangga, serbuk simplisia kulit nanas, ekstrak kental daun mangga, ekstrak kental kulit nanas, maltodekstrin, gelatin, dan serbuk enkapsulan hasil kombinasi. Setiap sampel diukur menggunakan spektrofotometer FTIR pada rentang panjang gelombang 4000–600 cm⁻¹. Hasil spektrum kemudian dibandingkan untuk mengamati adanya pergeseran atau perubahan intensitas pita serapan (*peak*), yang menunjukkan interaksi antara senyawa bioaktif dan bahan penyalut dalam proses enkapsulasi (Sari, Aditiyarini dan Arestanti, 2024).

II.3.5 Uji Aktivitas Antidiabetes

Uji Antioksidan

Pengujian ini dilakukan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhidrazyl*) untuk mengevaluasi kemampuan antioksidan dari ekstrak kombinasi daun mangga dan kulit nanas. Sampel uji ditimbang sebanyak 10 mg dan dibuat larutan induk 1000 ppm. Larutan induknya kemudian diencerkan kembali menjadi 150 ppm, 100 ppm diencerkan lagi menjadi 50 ppm. Sebanyak 1 mg serbuk DPPH dibuatkan larutan induknya 100 ppm dengan melarutkannya dalam etanol 96%, kemudian campuran dihomogenkan hingga membentuk larutan berwarna ungu. Sampel uji diteteskan ke dalam larutan DPPH dengan variasi konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, dan 150 ppm, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 3 jam dalam kondisi gelap agar reaksi berlangsung sempurna. Selanjutnya, intensitas warna diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 (Fajrin *et al.*, 2025). Metode spektrofotometri digunakan untuk menentukan efisiensi enkapsulasi dengan mengukur aktivitas antioksidan. Efisiensi enkapsulasi yang tinggi memastikan bahwa senyawa bioaktif tetap terlindungi selama pemrosesan dan penyimpanan ekstrak yang diperoleh (Chaudhary *et al.*, 2024). Penurunan absorbansi menunjukkan aktivitas antioksidan dari senyawa yang mampu mereduksi radikal bebas DPPH menjadi bentuk tidak berwarna. Nilai aktivitas dihitung berdasarkan persentase peredaman radikal bebas (% inhibisi) dengan menggunakan Formula 3.

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs.kontrol} - \text{Abs.sampel}}{\text{Abs.kontrol}} \times 100 \% \quad (3)$$

Nilai IC₅₀ ditentukan melalui analisis regresi linier dengan menggunakan persamaan Y = ax+b, Y menunjukkan % inhibisi, a merupakan intercept (perpotongan garis dari sumbu Y), b merupakan slope, sedangkan x merepresentasikan konsentrasi sampel. Selanjutnya, hubungan antara nilai IC₅₀ aktivitas antioksidan (ppm) dari ekstrak kombinasi dengan bobot sampel (mg) dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui tingkat keterkaitan keduanya.

Uji Antidiabetes secara In Vivo

Uji *in vivo* dilakukan menggunakan mencit jantan putih (*Mus musculus*) yang dibagi menjadi lima kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol normal, kontrol negatif, kontrol positif, serta dua kelompok perlakuan ekstrak enkapsulan dengan dosis berbeda (Murisla *et al.*, 2025). Induksi diabetes dilakukan menggunakan aloksan monohidrat dengan dosis 210 mg/kgBB, yang dilarutkan dalam 10 mL larutan NaCl fisiologis (0,9%). Induksi diberikan secara injeksi intraperitoneal dengan volume pemberian 0,2 mL per ekor mencit, kecuali untuk kelompok kontrol normal. Kelompok kontrol negatif hanya diinduksi

aloksan tanpa pemberian sediaan uji, sedangkan kelompok kontrol positif diinduksi aloksan dan diberikan metformin (obat standar antidiabetes) dengan dosis 16 mg dalam 10 mL aquades. Sementara itu, dua kelompok perlakuan masing-masing diberikan ekstrak enkapsulan kombinasi daun mangga dan kulit nanas dengan dosis 100 mg/kgBB dan 300 mg/kgBB secara oral menggunakan sonde. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan menggunakan glukometer, dengan pengambilan sampel darah dari ujung ekor mencit pada hari ke-3, ke-7, dan ke-14 setelah perlakuan.

III. Hasil dan Pembahasan

Penggunaan sampel daun mangga dan sampel limbah kulit nanas dipilih dalam penelitian ini karena mudah ditemukan secara lokal, memiliki kualitas yang baik, dan telah dikenal mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolik, dan mangiferin yang berpotensi sebagai agen antidiabetes alami. Pemilihan sampel ini dilakukan dari daerah yang berbeda dengan harapan dapat menggambarkan kekayaan sumber daya hayati lokal sekaligus mendukung pengembangan riset dan berbasis potensi daerah.

Ekstraksi daun mangga menghasilkan 91,3311 gram ekstrak kental berwarna hijau tua, yang menunjukkan tingginya kandungan komponen terlarut dalam pelarut etanol. Warna pekat yang dihasilkan mengindikasikan keberadaan senyawa bioaktif dominan, terutama kelompok flavonoid, fenolik, dan tanin, yang secara alami terdapat dalam daun mangga (*Mangifera indica*). Senyawa-senyawa ini berperan penting sebagai antioksidan dan mendukung mekanisme antidiabetes melalui aktivitas biologis. Persentase rendemen yang diperoleh dari hasil ekstraksi daun mangga dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil temuan tersebut, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ngo *et al.*, 2019) yang menyatakan bahwa ekstrak daun mangga (*Mangifera indica*) memiliki aktivitas antidiabetes melalui beberapa mekanisme, seperti penghambatan enzim pencernaan pati, peningkatan penyerapan glukosa, modulasi produksi NO, serta perlindungan terhadap radikal bebas. Meskipun efektivitas ekstrak alami masih lebih rendah dibandingkan obat sintetik, kandungan bioaktif daun mangga menunjukkan potensi hipoglikemik yang signifikan dan dapat berfungsi sebagai terapi komplementer dalam pengelolaan diabetes tipe 2. Dengan demikian, hasil ekstraksi yang diperoleh tidak hanya menjadi bahan dasar dalam proses enkapsulasi, tetapi juga memperkuat bukti ilmiah mengenai potensi daun mangga sebagai sumber bahan aktif alami yang aman dan berkelanjutan untuk dikembangkan dalam sediaan fitofarmaka.

Ekstraksi kulit nanas menghasilkan 50,1923 gram ekstrak kental berwarna coklat kekuningan, yang menunjukkan tingginya kandungan senyawa terlarut yang berhasil ditarik oleh pelarut etanol.

Warna khas yang terbentuk mengindikasikan senyawa bioaktif utama seperti flavonoid, alkaloid, tanin, serta enzim bromelain, yang secara luas diketahui memiliki aktivitas antioksidan dan mendukung mekanisme antidiabetes. Persen rendemen yang diperoleh dari hasil ekstraksi kulit nanas dapat dilihat pada Tabel 1.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Hisyam Adnan, Pratiwi dan Sari, 2020) yang melaporkan bahwa kombinasi yang digunakan dengan ekstrak kulit nanas mampu menurunkan kadar glukosa darah pada mencit putih jantan. Dalam penelitian tersebut, kelompok kontrol positif menunjukkan penurunan kadar gula darah tertinggi sebesar 40%, sementara kelompok negatif hanya

mengalami penurunan sekitar 10%. Adapun kelompok perlakuan kombinasi ekstrak menunjukkan penurunan sebesar 27%, 15%, dan 31%, bergantung pada variasi dosis yang diberikan. Hasil tersebut memperkuat bukti bahwa senyawa bioaktif dalam kulit nanas berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah melalui mekanisme peningkatan aktivitas enzimatik dan perlindungan terhadap stres oksidatif. Dengan demikian, hasil ekstraksi kulit nanas pada penelitian ini tidak hanya menghasilkan bahan dasar untuk formulasi enkapsulasi, tetapi juga mempertegas potensi kulit nanas sebagai sumber bahan aktif alami dalam pengembangan sediaan fitofarmaka antidiabetes yang berbasis bahan lokal dan ramah lingkungan.

Tabel 1. Persen rendemen ekstrak daun mangga dan kulit nanas

Sampel	Bobot Awal (g)	Bobot Ekstrak (g)	Rendemen Ekstrak (%)
Daun Mangga	400	91,3311	22,83
Kulit Nanas	400	50,1923	12,54

Formulasi enkapsulan yang dihasilkan dari kombinasi ekstrak daun mangga dan kulit nanas menunjukkan karakteristik fisik yang baik dan stabil. Serbuk yang diperoleh berwarna hijau pekat dengan tekstur halus, ringan, serta tidak menggumpal, menandakan bahwa proses enkapsulasi berhasil membentuk matriks pelindung yang efektif bagi senyawa bioaktif. Penggunaan kombinasi maltodekstrin dan gelatin sebagai bahan penyalut berkontribusi terhadap kestabilan fisik tersebut, mengingat keduanya mampu menjaga komponen aktif dari pengaruh panas, oksidasi, dan degradasi selama penyimpanan.

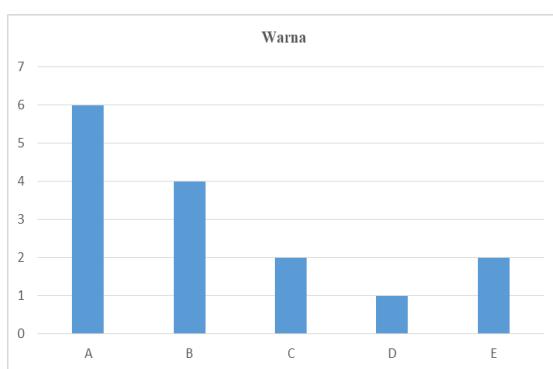
Karakteristik visual dan tekstural yang dihasilkan juga menunjukkan kelarutan yang baik, yang menjadi indikator penting dalam formulasi sediaan antidiabetes tipe 2 berbasis bahan alam. Serbuk yang halus dan homogen ini mengindikasikan distribusi senyawa aktif yang merata di dalam matriks penyalut, sehingga potensi bioaktivitasnya dapat dipertahankan hingga tahap pengujian lebih lanjut. Stabilitas fisik yang diperoleh sejalan dengan temuan (Sari, Adityarini dan Arestanti, 2024) yang menyatakan bahwa kombinasi maltodekstrin-gelatin mampu menghasilkan serbuk enkapsulan dengan struktur pori stabil dan kemampuan rehidrasi yang tinggi.

Secara keseluruhan, hasil enkapsulan pada penelitian ini memperlihatkan bahwa teknik *freeze drying* dan penggunaan bahan penyalut yang tepat mampu menghasilkan produk yang tidak hanya stabil tetapi juga layak untuk dikembangkan dalam formulasi sediaan antidiabetes tipe 2. Enkapsulan yang diperoleh menjadi dasar penting dalam proses analisis berikutnya, termasuk pengujian aktivitas antioksidan dan antidiabetes.

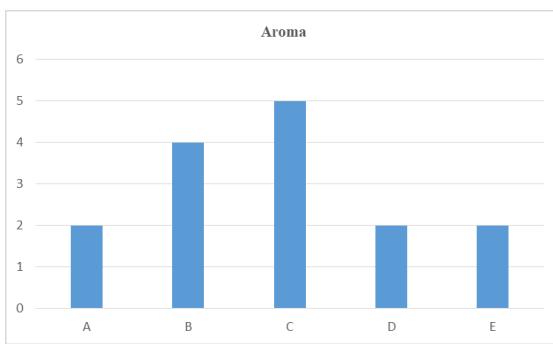
Uji Organoleptik dilakukan untuk menilai karakteristik fisik serbuk enkapsulan yang dihasilkan dari proses *freeze drying*. Pengamatan

dilakukan secara visual terhadap beberapa parameter utama, meliputi warna, tekstur, dan aroma. Sesuai metode (Ramadiansyah, Luketsi dan Sari, 2020) pengujian organoleptik merupakan jenis pengujian yang dilakukan pada proses pengindera. Uji ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai kestabilan fisik dan homogenitas produk enkapsulan kombinasi ekstrak daun mangga dan kulit nanas. Pada uji ini memerlukan panelis, panelis merupakan orang atau kelompok yang terlibat dalam proses pengujian produk sebagai alat atau instrumen dalam uji ini (Arziyah, Yusmita dan Wijayanti, 2022). Uji ini dilakukan dengan cara menilai, mengukur, atau menguji kualitas suatu produk melalui panca indera manusia, yaitu penglihatan, penciuman, perasa dan perabaan. Untuk uji organoleptik kali ini, hanya indra penglihatan dan penciuman yang digunakan, karena produk ini perlu diuji terlebih dahulu pada beberapa hewan untuk memastikan keamanannya sebelum dikonsumsi.

Warna adalah salah satu kesan pertama yang ditangkap dan dinilai oleh panelis. Warna juga menjadi aspek utama dalam penilaian parameter organoleptik. Warna yang menarik dapat memikat perhatian panelis atau konsumen untuk mencoba produk tersebut. Hasil warna enkapsul mangga dan nanas dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 1.** Rata-rata analisis uji warna

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa warna pada produk ini lumayan menarik menurut panelis. Aroma yang dihasilkan oleh produk merupakan daya tarik yang sangat kuat dan dapat merangsang indera penciuman, sehingga membangkitkan selera. Pada produk ini, aroma yang dihadirkan adalah harum dan manis, mirip dengan bau nanas.

**Gambar 2.** Rata-rata analisis uji aroma

Uji kadar air merupakan metode untuk mengukur kadar air dalam suatu bahan sangat penting dilakukan untuk menilai kualitas, stabilitas, dan kesesuaianya dalam berbagai aplikasi.

Hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa serbuk enkapsulan memiliki kadar air sebesar 0,03635% (Tabel 2) yang berada jauh dari batas maksimum 10% untuk sediaan kering. Nilai ini mengindikasikan bahwa produk enkapsulan memiliki tingkat kekeringan yang sangat baik, sehingga stabilitas fisiknya cenderung terjaga selama penyimpanan. Kadar air yang rendah

merupakan indikator penting dalam menjaga mutu produk, karena air berperan sebagai medium tumbuhnya mikroorganisme dan dapat memicu perubahan fisik seperti penggumpalan atau degradasi senyawa aktif. Nilai kadar air yang sangat kecil pada penelitian ini menunjukkan bahwa proses pengeringan berjalan optimal dan mampu menghasilkan serbuk yang aman, stabil, serta berpotensi memiliki umur simpan lebih panjang.

Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian (Krismayadi *et al.*, 2024) yang menyatakan bahwa kadar air rendah berkontribusi terhadap peningkatan kestabilan produk dan meminimalkan risiko kerusakan selama penyimpanan. Dengan demikian, hasil uji kadar air ini memperkuat bahwa enkapsulan yang diperoleh memiliki kualitas fisik yang memenuhi standar untuk pengembangan sediaan berbasis bahan alam dan layak untuk dilanjutkan ke tahap formulasi dan pengujian bioaktivitas.

Rendemen merupakan perbandingan antara berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku. Pada penelitian ini, rendemen enkapsulan yang diperoleh sebesar 50,625% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa lebih dari setengah bahan awal berhasil dikonversi menjadi produk kering siap formulasi.

Nilai ini termasuk kategori sangat baik, karena rendemen dikatakan memenuhi standar apabila melebihi 10% (Saerang, Edy dan Siampa, 2023). Tingginya rendemen ini juga mengindikasikan bahwa proses enkapsulasi mampu mempertahankan sebagian besar komponen bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun mangga dan kulit nanas. Secara umum, besaran rendemen berkorelasi positif dengan kandungan senyawa aktif pada bahan alam. Menurut (Senduk, Montolalu dan Dotulong, 2020), semakin tinggi persentase rendemen, semakin banyak senyawa bioaktif yang berhasil ditarik atau dipertahankan selama proses formulasi. Hal ini relevan dengan karakteristik kedua jenis ekstrak yang digunakan, dimana daun mangga memiliki kandungan fenolik, flavonoid, dan tanin yang tinggi, sedangkan kulit nanas mengandung flavonoid, tanin, dan bromelain. Komponen-komponen ini berkontribusi terhadap tingginya massa produk akhir.

Tabel 2. Hasil pengujian Kadar air dan uji rendemen enkapsulan

Pengujian	Bobot Awal (g)	Bobot Akhir (g)	Hasil (%)
Kadar Air	2	1,9273	0,03635
Rendemen enkapsulan	2	1,0125	0,50625

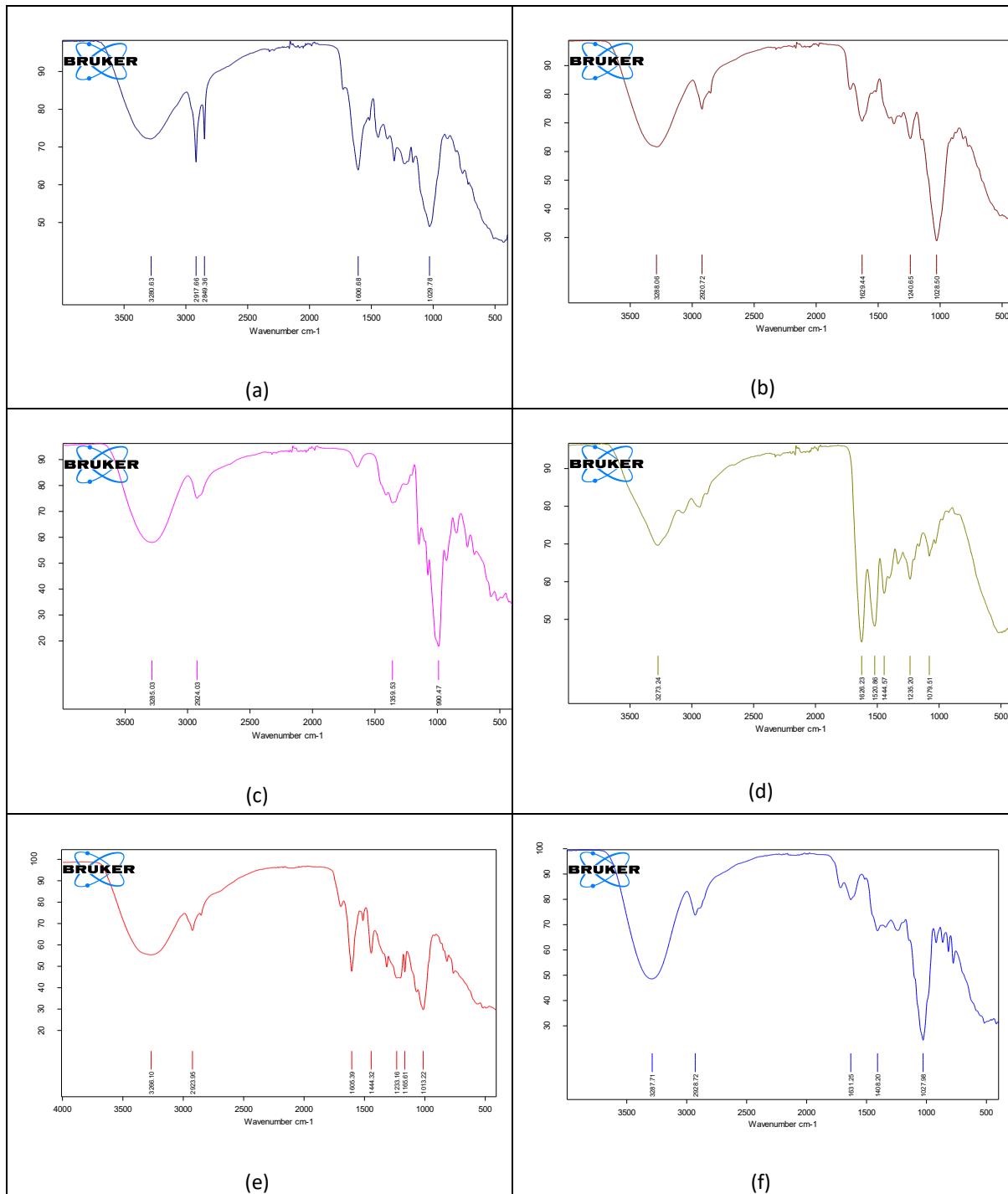
Metode uji Spektrum FTIR bekerja dengan menganalisis interaksi radiasi inframerah dengan molekul, sehingga menghasilkan spektrum serapan yang mencerminkan vibrasi ikatan kimia dalam struktur senyawa. Setiap molekul memiliki pola

serapan yang khas, sehingga spektrum yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan senyawa meskipun berasal dari matriks sampel yang kompleks (Nurfitriyana, Fithri dan Yanuarti, 2022). Analisis FTIR dilakukan untuk

mengidentifikasi gugus fungsi senyawa bioaktif yang terdapat pada bahan sebelum dan sesudah proses enkapsulasi. Analisis ini bertujuan untuk memastikan keberadaan senyawa bioaktif utama, seperti flavonoid, fenolik, dan tanin, serta untuk mengevaluasi adanya interaksi antara bahan aktif dengan matriks penyalut (maltodekstrin dan gelatin)

setelah proses enkapsulasi. Grafik hasil pengujian spektrum FTIR dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil analisis spektrum FTIR, diperoleh data interpretasi serapan pada masing-masing sampel yang menunjukkan karakteristik gugus fungsi utama sebagaimana disajikan pada Tabel 3.



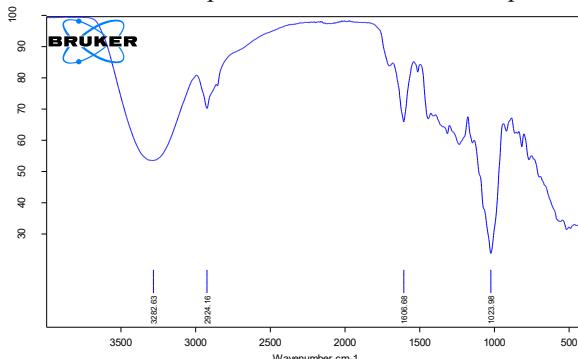
Gambar 3. Grafik uji spektrum FTIR (a) serbuk sampel daun mangga, (b) serbuk sampel kulit nanas, (c) maltodekstrin, (d) gelatin, (e) ekstrak kental daun mangga, dan (f) ekstrak kental kulit nanas

Tabel 3. Hasil Interpretasi spektrum ftir pada berbagai sampel

Sampel	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Senyawa yang Terindikasi
Serbuk daun mangga	3420	—OH	menunjukkan adanya senyawa fenolik dan flavonoid
	2920	C—H	menunjukkan ikatan karbon hidrogen rantai panjang
	1635	C=O	gugus karbonil dari senyawa mangiferin
	1050	C—O	gugus alkohol senyawa polifenol
Serbuk kulit nanas	3400-3300	—OH	senyawa flavonoid, gula pereduksi, dan polisakarida
	1650	C=O	menunjukkan keberadaan senyawa fenolik dan bromelain
	1055	C—O—C	struktur polisakarida kompleks
Gelatin	3270	N—H	gugus amida khas protein kolagen
	1630	C=O	regangan rantai karbonil pada rantai peptida
	1540	N—H	protein kolagen terhidrolisis
Maltodekstrin	3400	—OH	gugus hidroksil dari struktur polisakarida
	2920	C—H	ikatan C—H dari unit glukosa
	1020	C—O—C	ikatan glikosidik khas struktur maltodekstrin
Ekstrak kental daun mangga	3400	—OH	gugus hidroksil lebih dominan daripada flavonoid dan fenol
	1600	C=O	gugus karbonil senyawa polifenol
	1060	C—O	gugus eter dari senyawa tanin dan flavonoid
Ekstrak kental kulit nanas	3390	—OH	flavonoid, fenolik, dan gula pereduksi
	1650	C=O	gugus karbonil dari senyawa bromelain dan fenol
	1060	C—O—C	struktur polisakarida dari kulit nanas

Selanjutnya, dilakukan analisis FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada produk enkapsulan yang dihasilkan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan keberadaan serta kestabilan senyawa bioaktif dari kombinasi ekstrak kental daun mangga dan kulit nanas setelah proses

enkapsulasi, sekaligus mengevaluasi interaksi kimia yang terbentuk dengan bahan penyalut maltodekstrin dan gelatin. Spektrum FTIR yang dihasilkan disajikan pada Gambar 4, yang memperlihatkan pola serapan karakteristik dari seluruh komponen penyusun enkapsulan.

**Gambar 4.** Grafik uji spektrum FTIR produk enkapsulan

Secara keseluruhan, hasil uji FTIR pada tujuh sampel yaitu serbuk daun mangga, ekstrak daun mangga, serbuk kulit nanas, ekstrak kulit nanas, maltodekstrin, gelatin, serta enkapsulan, menunjukkan keberadaan gugus fungsi utama —OH, C=O, dan C—O yang mengindikasikan adanya senyawa fenolik, flavonoid, tanin, serta polisakarida. Sampel daun mangga dan kulit nanas memperlihatkan pola serapan khas bioaktif tanaman, sedangkan maltodekstrin dan gelatin menunjukkan gugus polisakarida dan protein yang berperan sebagai matriks penyalut. Spektrum

enkapsulan tetap memperlihatkan ketiga gugus fungsi tersebut, menandakan bahwa proses ekstraksi dan enkapsulasi tidak merusak struktur kimia utama dan senyawa aktif berhasil dipertahankan dalam bentuk enkapsulan.

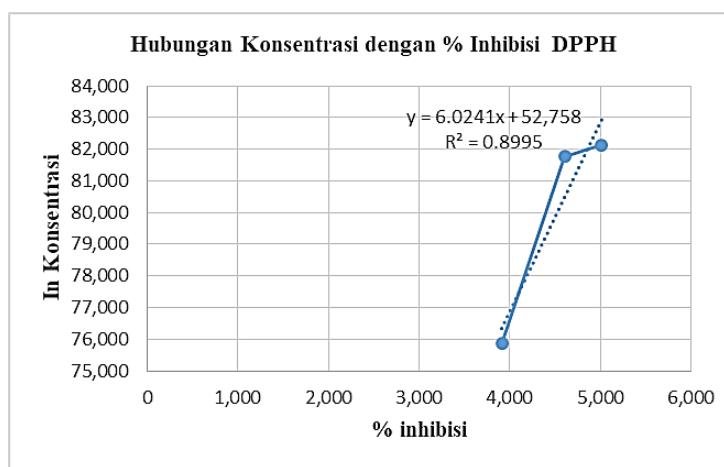
Pada penelitian ini, pengujian aktivitas antidiabetes dilakukan melalui analisis aktivitas antioksidan menggunakan DPPH sebagai indikator awal potensi antidiabetes dari kombinasi ekstrak daun mangga dan kulit nanas. DPPH bukan merupakan uji antidiabetes langsung, namun aktivitas antioksidan sering digunakan sebagai

pendekatan awal karena stres oksidatif berperan dalam kerusakan sel β pankreas dan resistensi insulin. Kemampuan ekstrak meredam radikal bebas dapat memberikan gambaran awal mengenai potensi senyawa bioaktif terkait mekanisme antidiabetes. Meskipun demikian, hasil ini belum dapat dianggap sebagai bukti aktivitas antidiabetes langsung karena uji *in vitro* yang spesifik

seharusnya mengukur penghambatan enzim seperti α -amilase, α -glukosidase, atau pembentukan AGEs. Oleh karena itu, penggunaan DPPH dalam penelitian ini berfungsi sebagai data pendukung awal yang perlu dikonfirmasi melalui uji *in vivo* yang lebih relevan terhadap regulasi glukosa. Berikut Tabel 4 hasil % inhibisi yang dilakukan.

Tabel 4. % Inhibisi

Konsentrasi	In Konsentrasi	1	2	Rata-Rata	Absorban	% inhibisi
50 ppm	3,912	0,269	0,269	0,269	0,269	75,853
100 ppm	4,605	0,203	0,203	0,203	0,203	81,777
150 ppm	5,011	0,199	0,199	0,199	0,199	82,136

**Gambar 5.** Kurva Hubungan Konsentrasi dengan % Inhibisi DPPH

Nilai IC₅₀ ditentukan berdasarkan hubungan antara konsentrasi ekstrak kombinasi daun mangga dan kulit nanas terhadap persentase inhibisi radikal bebas DPPH. Hasil analisis regresi linier menghasilkan persamaan $Y = 6,0241x + 52,758$ dengan nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,9895$) (Gambar 5), yang menunjukkan korelasi kuat antara peningkatan konsentrasi dan aktivitas peredaman radikal bebas. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 0,633 mg/mL, yang mengindikasikan bahwa ekstrak kombinasi memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong kuat, karena mampu menghambat 50% radikal bebas DPPH pada konsentrasi rendah.

Pengujian antidiabetes secara *in vivo* pada hewan dibagi menjadi tiga metode, yaitu metode streptozotocin, uji aloksan, uji toleransi glukosa, uji resistensi insulin, serta pengukuran aktivitas hipoglikemik (Nugraha dan Hasanah, 2018). Pada penelitian ini dilakukan dengan uji aloksan, dimana uji aloksan digunakan untuk menginduksi kondisi diabetes pada hewan percobaan. Metode ini merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menginduksi mencit hingga mencapai kadar gula darah > 200 mg/dL. Dari tabel 5 dapat diketahui data mengenai kadar gula darah mencit.

Tabel 5. Berat Badan 4 Ekor Mencit (g)

Kelompok	Hari ke-0	Hari ke-1 injeksi	Hari ke-3	Hari ke-7	Hari ke-14
Normal	22.03; 27.04; 22.45; 25.78	30.18; 23.69; 26.29; 24.86	23.67; 28.33; 26.89; 32.88	30.05; 32.19; 24.86; 24.59	32.89; 25.37; 28.40; 28.23
Positif	27.58; 18.98; 28.13; 21.50	20.39; 27.73; 19.14; 28.57	25.28; 24.05; 32.18; 24.15	30.89; 33.21; 30.80; 31.30	26.81; 29.83; 22.28; 31.88
Negatif	25.82; 24.33; 25.80; 23.79	24.76; 26.15; 23.97; 21.84	28.34; 26.59; 32.62; 27.86	23.27; 30.09; 33.35; 27.79	32.18; 25.99; 32.88; 33.21
100 mg/kg	25.11; 20.49; 21.14; 22.47	29.79; 28.75; 28.41; 26.75	33.58; 30.80; 28.41; 26.75	31.53; 28.79; 28.89; 28.34	20.43; 31.30; 31.53; 32.88

300 mg/kg	23.75; 23.98; 29.70; 24.35	27.85; 32.26; 27.84; 28.18	27.11; 29.37; 27.84; 27.18	32.88; 32.18; 30.89; 28.79	24.88; 24.59; 32.54; 28.33
-----------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Tabel 6. Kadar Gula Darah 4 Ekor Mencit (mg/dL)

Kelompok	H-1 injeksi aloksan Kadar glukosa darah mencit (mg/dL)	H-3 (sonde oral) Kadar glukosa darah mencit (mg/dL)	H-7 Kadar glukosa darah mencit (mg/dL)	H-14 Kadar glukosa darah mencit (mg/dL)
Normal	100; 108; 89; 98	98; 94; 93; 94	100; 98; 106; 117	98; 88; 96; 103
Positif	93; 41; 110; 86	213; 200; 202; 208	179; 160; 175; 156	159; 143; 143; 136
Negatif	75; 96; 115; 99	178; 190; 197; 184	131; 167; 170; 178	160; 148; 161; 149
100 mg/kg	117; 103; 120; 118	266; 204; 235; 219	194; 162; 188; 154	133; 146; 139; 135
300 mg/kg	125; 107; 123; 113	204; 207; 230; 216	146; 152; 160; 144	125; 118; 116; 111

Berdasarkan data kadar gula darah mencit (Tabel 6), kelompok normal menunjukkan kadar antara 100-108 mg/dL, mengindikasikan kondisi sehat. Sementara itu, mencit yang diinduksi aloksan mengalami peningkatan kadar gula darah menjadi 117-125 mg/dL, mencerminkan diabetes. Perlakuan negatif dengan metformin berhasil menurunkan kadar gula darah ke kisaran 93-116 mg/dL. Pada perlakuan kombinasi ekstrak kulit nanas dan daun mangga, dosis 100 mg menunjukkan kadar gula yang masih tinggi (200-207 mg/dL), sedangkan dosis 300 mg lebih efektif menurunkan kadar gula menjadi 152-176 mg/dL. Ini menunjukkan bahwa dosis yang lebih tinggi dari kombinasi ekstrak memiliki potensi lebih baik dalam pengelolaan kadar gula darah dibandingkan dosis lebih rendah.

IV. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil memformulasikan sediaan enkapsulan kombinasi ekstrak daun mangga (*Mangifera indica*) dan kulit nanas (*Ananas comosus*) sebagai kandidat fitofarmaka antidiabetes berbasis bahan alam lokal Jambi. Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi dan enkapsulasi melalui teknik freeze drying menghasilkan serbuk yang stabil, homogen, bertekstur halus, serta memiliki kadar air sangat rendah, sehingga memenuhi kriteria fisik untuk penyimpanan jangka panjang. Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi utama senyawa bioaktif tetap terjaga selama proses enkapsulasi, menandakan perlindungan efektif oleh matriks maltodekstrin-gelatin. Uji *in vitro* melalui metode DPPH mengkonfirmasi aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 0,633 mg/mL, yang menjadi indikator awal potensi antidiabetes. Sementara itu, uji *in vivo* pada mencit yang diinduksi aloksan menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak, khususnya pada dosis 300 mg/kgBB, mampu menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan dibandingkan perlakuan lain. Secara keseluruhan, kombinasi ekstrak daun mangga dan kulit nanas yang dienkapsulasi menunjukkan potensi besar untuk dikembangkan sebagai produk

antidiabetes alami yang aman, efektif, dan berkelanjutan.

V. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Jambi atas dukungan dan pendanaan yang diberikan melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM), sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan selama proses penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

- Angelina, G. *et al.* (2021) “Enkapsulasi Serbuk Simplisia dan Ekstrak Kulit Jeruk Serta Aplikasinya Pada Vegetables Jam,” *Jurnal Agroteknologi*, 15(02), hal. 166–181. Tersedia pada: <https://doi.org/10.19184/jagt.v15i02.27358>.
- Arziyah, D., Yusmita, L. dan Wijayanti, R. (2022) “Analisis Mutu Organoleptik Sirup Kayu Manis Dengan Modifikasi Perbandingan Konsentrasi Gula Aren Dan Gula Pasir,” *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, 1(2), hal. 105–109. Tersedia pada: <https://doi.org/https://doi.org/10.47233/jppie.v1i2.602>.
- Astutisari, I.D.A.E.C., Darmini, A.A.. Y. dan Wulandari, I.A.P. (2022) “Hubungan Pola Makan Dan Aktivitas Fisik Dengan Kadar Gula Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Puskesmas Manggis I,” *Jurnal Riset Kesehatan Nasional*, 6(2), hal. 79–87. Tersedia pada: <https://doi.org/10.37294/jrkn.v6i2.350>.
- Chaudhary, M.N. *et al.* (2024) “Microencapsulation Efficiency of Carboxymethylcellulose, Gelatin, Maltodextrin, and Acacia for Aroma Preservation in Jasmine Instant Tea,” *Gels*, 10(670), hal. 1–14. Tersedia pada: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/gels10100670>.
- Dutta, S. *et al.* (2023) “Metformin: A Review of

- Potential Mechanism and Therapeutic Utility Beyond Diabetes,” *Drug Design, Development and Therapy*, 17, hal. 1907–1932. Tersedia pada: <https://doi.org/10.2147/DDDT.S409373>.
- Fajrin, R. et al. (2025) “Enkapsulasi Antioksidan Ekstrak Kelopak Bunga Kecombrang (Etlingera Elatior) Menggunakan Maltodekstrin sebagai Matriks,” *Jurnal Pertanian*, 16(1), hal. 14–30.
- Hestiana, D.W. (2017) “Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kepatuhan Dalam Pengelolaan Diet Pada Pasien Rawat Jalan Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Kota Semarang,” *Jurnal of Health Education*, 2(2), hal. 138–145.
- Hisyam Adnan, M., Pratiwi, R.I. dan Sari, M.P. (2020) “Pengaruh Kombinasi Ekstrak Kulit Buah Nanas (Ananas comosus (L.) Merr) Dan Bengkoang (Pachyriuz erosus (L.) Urb) Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Pada Mencit Putih Jantan (Mus musculus),” *Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi* [Preprint]. Tersedia pada: <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/parape>.
- Krismayadi et al. (2024) “Standarisasi Mutu Simplicia dan Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum x africanum* Lour.),” *PHARMACY GENIUS*, 03(02), hal. 67–81.
- Mahardika, M. et al. (2023) “Sintesis dan Karakterisasi Cangkang Kapsul Non Gelatin dari Rumput Laut (*Eucheumma cottonii*) dan Kaktus Koboi (*Cereus peruvianus*) untuk Sistem Penghantaran Obat,” *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(1), hal. 1–12. Tersedia pada: <https://doi.org/10.22487/kovalen.2023.v9.i1.16098>.
- Murisla, A.M. et al. (2025) “Potensi Aktivitas Antidiabetes Berbagai Jenis dan Varian Tanaman Mangga (*Mangifera* spp.),” *Jurnal Riset Ilmu Kesehatan Umum dan Farmasi*, 3(2), hal. 1–20. Tersedia pada: <https://doi.org/https://doi.org/10.57213/jri.kuf.v3i2.595>.
- Ngo, Dai-hung et al. (2019) “Mechanism of Action of *Mangifera indica* Leaves for Anti-Diabetic Activity,” *Scientia Pharmaceutica*, 87(13), hal. 1–12. Tersedia pada: <https://doi.org/10.3390/scipharm87020013>.
- Nugraha, M.R. dan Hasanah, A.N. (2018) “Review Artikel: Metode Pengujian Aktivitas Antidiabetes,” *Farmaka*, 16(3), hal. 28–34.
- Nurfitriyana, Fithri, N.A. dan Yanuarti, R. (2022) “Analisis Interaksi Kimia Fourier Transform Infrared (FTIR) Tablet Gastrorentif Ekstrak Daun PETAI (*Parkia Speciosa* Hassk) Dengan Polimer Hpmc-K4m Dan Kitosan” *IONTech*, 03(02), hal. 27–33.
- Oktariani, E. et al. (2024) “Novel Finding of Pineapple Peel Extract as Antidiabetic Potential on Rats Induced With Streptozotocin,” *JOPS: Journal of Pharmacy and Science*, 7(2), hal. 126–134. Tersedia pada: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=zEH3K10AAAAJ&citation_for_view=zEH3K10AAAJ:eQOLeE2rZwMC.
- Putri, M.A., Purwati, E. dan Safitri, C.I.N.H. (2021) “Formulasi dan Uji Mutu Fisik Sabun Padat Ekstrak Kulit Nanas (Ananas comosus L.),” *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, hal. 275–281. Tersedia pada: <http://prosiding.farmasi.unmul.ac.id/index.php/mpc/article/view/416/399>.
- Ramadiansyah, B.A.G., Luketsi, W.P. dan Sari, M. (2020) “Uji Organoleptik Pada Fruit Leather Buah Nanas Subgrade Dengan Suhu Pengeringan Yang Berbeda,” *Agroindustrial Technology Journal*, 4(1), hal. 65–73. Tersedia pada: <https://doi.org/10.21111/atj.v4i1.4322>.
- Saerang, M.F., Edy, H.J. dan Siampa, J.P. (2023) “Formulation Of Cream With Ethanol Extract Of Green Gedi Leaf (*Abelmoschus manihot* L.) AGAINST Propionibacterium acnes,” *Pharmacon*, 12(3), hal. 350–357.
- Sari, D.P., Adityarini, D. dan Arestanti, C.A. (2024) “Stabilitas Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Terenkapsulasi Maltodekstrin dan Gelatin dan Potensi Prebiotiknya Stability of Encapsulated Butterfly Pea Flower (*Clitoria ternatea* L.) Extract using Maltodextrin and Gelatin and Its Prebiotic Pot,” 9(3), hal. 226–237. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24002/biota.v9i3.7550>.
- Sasmita, M.A.D. (2021) “Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kepatuhan Berobat Pasien Diabetes Melitus,” *Jurnal Medika Hutama*, 2(4), hal. 1105–1111. Tersedia pada: <http://jurnalmedikahutama.com>.
- Senduk, T.W., Montolalu, L.A.D.Y. dan Dotulong, V. (2020) “The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*,” *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 11(1), hal. 9–15. Tersedia pada: <https://doi.org/10.35800/jpkt.11.1.2020.28659>.
- Tandi, E.A., Purwanti, R. dan Kemila, M. (2021) “Kadar Air Ekstrak Herba Sambiloto (*Andrographis Paniculata*) pada Variasi

Suhu Pengeringan,” *Jurnal Permata Indonesia*, 12(1), hal. 1–6.