

Formulasi dan Efektivitas Nanoemulgel Kitosan dari Limbah Cangkang Kupang sebagai Alternatif Penyembuhan Ulkus Diabetikum

Oleh:

Lili Furqonati (221335300036)

Dosen Pembimbing: Syahrul Ardiansyah, S.Si., M.Si

Dosen Penguji: Andika Aliviameita, S.ST., M.Si

Teknologi Laboratorium Medis

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Januari, 2026

Pendahuluan

Diabetes melitus adalah penyakit metabolik dengan prevalensi tinggi di Indonesia, dan 15–25% pasien DM berisiko mengalami ulkus diabetikum.

Ulkus diabetikum sulit sembuh karena gangguan vaskular, neuropati, dan infeksi sehingga membutuhkan terapi yang efektif.

Sidoarjo menghasilkan limbah cangkang kupang hingga 4.500 ton/tahun, namun belum dimanfaatkan optimal.

Pendahuluan

Cangkang kupang mengandung kitosan yang bersifat antibakteri, antiinflamasi, dan mampu mempercepat penyembuhan luka.

Tantangan utama kitosan adalah kelarutan rendah, sehingga perlu diformulasikan menjadi nanoemulgel untuk meningkatkan penetrasi dan efektivitas.

Nanoemulgel mampu meningkatkan penetrasi, stabilitas, dan efektivitas kitosan.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana kualitas nanoemulgel berbahan dasar kitosan cangkang kupang?
2. Apakah nanoemulgel berbahan dasar kitosan cangkang kupang efektif pada penyembuhan luka ulkus diabetikum?
3. Berapa formulasi nanoemulgel berbahan dasar kitosan cangkang kupang yang efektif pada penyembuhan luka ulkus diabetikum?

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kualitas nanoemulgel berbahan dasar kitosan cangkang kupang.
2. Mengetahui efektifitas nanoemulgel berbahan dasar kitosan cangkang kupang pada penyembuhan luka ulkus diabetikum.
3. Menemukan formulasi nanoemulgel berbahan dasar kitosan cangkang kupang yang efektif pada penyembuhan luka ulkus diabetikum.

Tinjauan Pustaka

- Diabetes Melitus: Gangguan metabolik dengan kadar glukosa tinggi yang dapat menyebabkan komplikasi luka kronis seperti ulkus diabetikum.
- Ulkus Diabetikum: Ulkus diabetikum muncul akibat neuropati, gangguan vaskular, dan infeksi, sehingga proses penyembuhan luka menjadi sangat lambat.



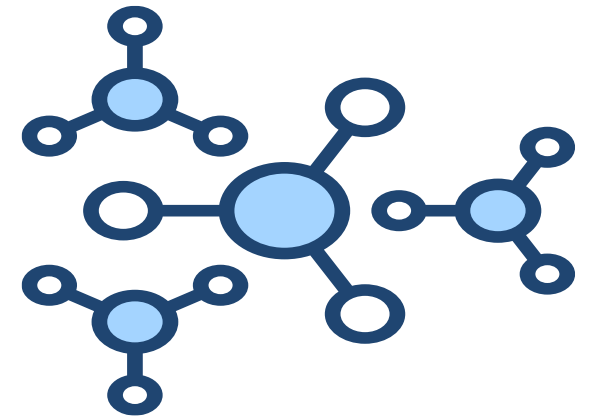
Tinjauan Pustaka

- Kupang Putih (*Corbula faba*): Kupang putih menghasilkan limbah cangkang yang kaya kitin dan berpotensi diolah menjadi kitosan.
- Kitosan: Kitosan merupakan biopolimer alami yang antibakteri dan mempercepat regenerasi jaringan, namun kelarutannya rendah sehingga perlu teknologi penghantaran yang sesuai.



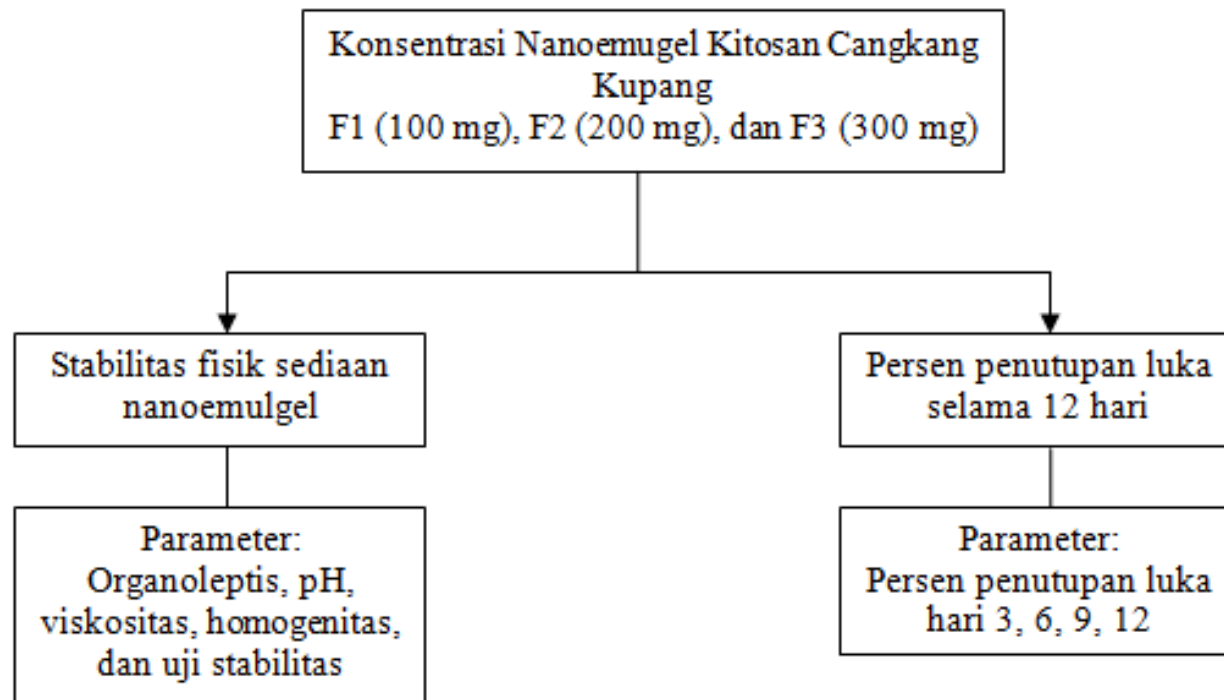
Tinjauan Pustaka

- Nanoemulgel: Nanoemulgel adalah sistem penghantaran berbasis nano yang meningkatkan penetrasi dan efektivitas kitosan dalam penyembuhan luka secara topikal.



Tinjauan Pustaka

- Kerangka Konsep



- Hipotesis

H0: Tidak terdapat perbedaan signifikan efektivitas antara nanoemugel kitosan cangkang kupang dan kontrol dalam menyembuhkan ulkus diabetikum

H1: Terdapat perbedaan signifikan efektivitas antara nanoemugel kitosan cangkang kupang dan kontrol dalam menyembuhkan ulkus diabetikum.

Metode

- Desain Penelitian: Eksperimental pretest–posttest control group dengan uji *in vivo* pada tikus Wistar diabetes.
- Populasi
Tikus jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*) usia 2–3 bulan, berat 100–200 g.
- Sampel
Sampel dalam penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Wistar jantan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi

Metode

- Kriteria Inklusi:
 - Tikus putih jantan galur Wistar usia 2-3 bulan.
 - Berat badan 100-200 gram.
 - Aktif, responsif, dan sehat selama aklimatisasi.
 - Berhasil mengalami induksi diabetes ($GDA \geq 200$ mg/dL).
- Kriteria Eksklusi:

Tikus putih betina galur Wistar

Berat badan kurang atau lebih dari rentang 100-200 gram.

Tidak aktif, tidak responsif, dan sakit selama aklimatisasi.

Tikus yang gagal diinduksi diabetes ($GDA \leq 200$ mg/dL).

Metode

- Sampel

Sampel dibagi kelompok perlakuan sebagai berikut:

1. Kontrol (-) (basis gel)
 2. Kontrol (+) (bioplacenton)
 3. F1: Kitosan 100 mg
 4. F2: Kitosan 200 mg
 5. F3: Kitosan 300 mg
- Teknik Sampling: Purposive sampling berdasarkan kriteria inklusi (sehat, aktif, glukosa ≥ 200 mg/dL setelah induksi aloksan).

Metode

- Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini dihitung dengan rumus Federrer, sebagai berikut:

$$(n - 1)(t - 1) \geq 15$$

Ukuran sampel dalam penelitian yaitu:

$$(n - 1)(t - 1) \geq 15$$

$$(n - 1)(4 - 1) \geq 15$$

$$(n - 1) \times 3 \geq 15$$

$$n - 1 \geq \frac{15}{3}$$

$$n \geq 6$$

Keterangan:

t: Jumlah kelompok

n: Banyaknya subjek perkelompok

Jumlah sampel pada setiap kelompok adalah 6 ekor tikus, sehingga total sampel untuk 4 kelompok adalah 24 ekor tikus.

Metode

- Variabel bebas: konsentrasi kitosan (100 mg, 200 mg, 300 mg) pada formulasi nanoemulgel
- Variabel terikat: persentase penutupan luka ulkus diabetikum pada tikus, perubahan histologi jaringan dermal luka, dan stabilitas fisik sediaan nanoemulgel (pH, viskositas, homogenitas, uji stabilitas)
- Variabel kontrol berupa jenis hewan uji (tikus jantan galur Wistar), metode induksi diabetes (Alloksan 150 mg/kg BB, protokol pembuatan luka eksisi (ukuran luka 1,5 cm x 1,5 cm), frekuensi aplikasi (satu kali sehari selama 12 hari)

Metode

- Alat penelitian

Blender, mesh, oven, hot plate, viskometer, pH meter, spektrofotometer FTIR, ultrasonikator, serta peralatan bedah minor.

- Bahan penelitian

Limbah cangkang kupang putih (*Corbula faba*) sebagai sumber kitin untuk sintesis kitosan. Bahan kimia meliputi HCl 1,5 M, NaOH 3% dan 50%, aquades serta pereaksi ninhidrin. Bahan pembuat nanoemulgel meliputi asam asetat 1%, *Virgin Coconut Oil* (VCO), Tween 80, PEG 400, karbopol 940, trietanolamin, gliserin, dan metil paraben. Hewan coba berupa tikus putih jantan berumur 2–3 bulan dengan berat 100–200 g.

Metode

- Tahapan Penelitian**



Pengambilan Cangkang



Deproteinasi



Uji kualitatif kitosan



Kitosan cangkang kupang

Kupang



Demineralisasi



Deasetilasi



Uji FTIR

Metode

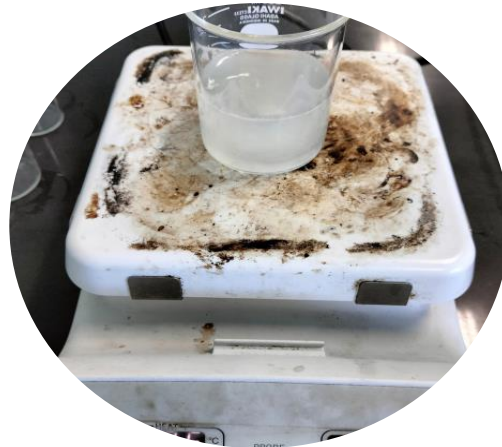
- **Tahapan Penelitian**



Penimbangan kitosan



Sonikasi



Pembuatan nanoemulsi



Pembuatan nanoemulgel



Nanoemulgel

Metode

- **Tahapan Penelitian**



Uji PSA



Uji pH



Uji Daya Lekat

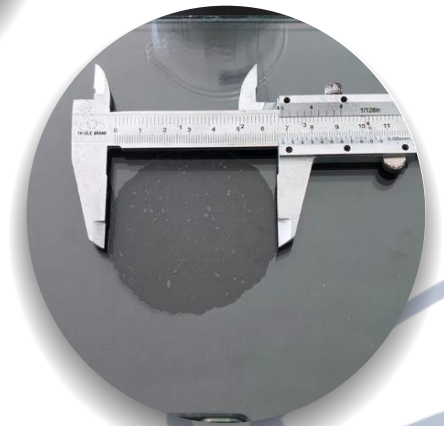


Uji Organoleptik, Uji

Homogenitas, Uji Stabilitas



Uji Viskositas



Uji Daya Sebar

Metode

- **Tahapan Penelitian**



Aklimatisasi



Cek glukosa darah



**Pengolesan
nanoemulgel**



Induksi allokсан



Pembuatan luka eksisi



Eutanasia

Metode

- **Formulasi Nanoemulsi**

Bahan	Formula			Fungsi
	F1	F2	F3	
Kitosan cangkang kupang	100 mg	200 mg	300 mg	Zat aktif
VCO	1%	1%	1%	Fase minyak
Tween 80	8%	8%	8%	Surfaktan
PEG 400	1%	1%	1%	Ko-surfaktan
Air	ad 100%	ad 100%	ad 100%	Pelarut

- **Basis Gel**

Bahan	Konsentrasi (%)
Karbopol 940	1
NaOH 0,1 N	10
Gliserin	5
Metil paraben	0,2
Aquades	Add 100

Metode

- Metode pengumpulan data
 1. Observasi: Pengamatan langsung dan dokumentasi foto terhadap kondisi sediaan dan perkembangan luka hewan uji.
 2. Pengukuran: Pengukuran pH, viskositas, homogenitas, ukuran partikel, serta luas luka dan kadar glukosa tikus.
 3. Pengujian Laboratorium: Karakterisasi kitosan (rendemen, ninhidrin, FTIR) dan evaluasi fisik nanoemulgel.
 4. Dokumentasi: Pencatatan seluruh hasil pengamatan untuk analisis data.
- Analisis Data
 - Uji normalitas: Shapiro-Wilk
 - Jika normal → ANOVA
 - Jika tidak normal → Kruskal-Wallis
 - Significance level: $p < 0.05$

Metode

- Etika Penelitian

Sebelum dilakukan penelitian, dilakukan evaluasi kaji etik penelitian hewan coba oleh komite etik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Riset ini telah didapatkan persetujuan etik dari komisi etik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga dengan nomor protokol 0966/HRECC.FODM/IX/2025.

Hasil dan Pembahasan

- Isolasi Kitosan



- Karakterisasi Kitosan

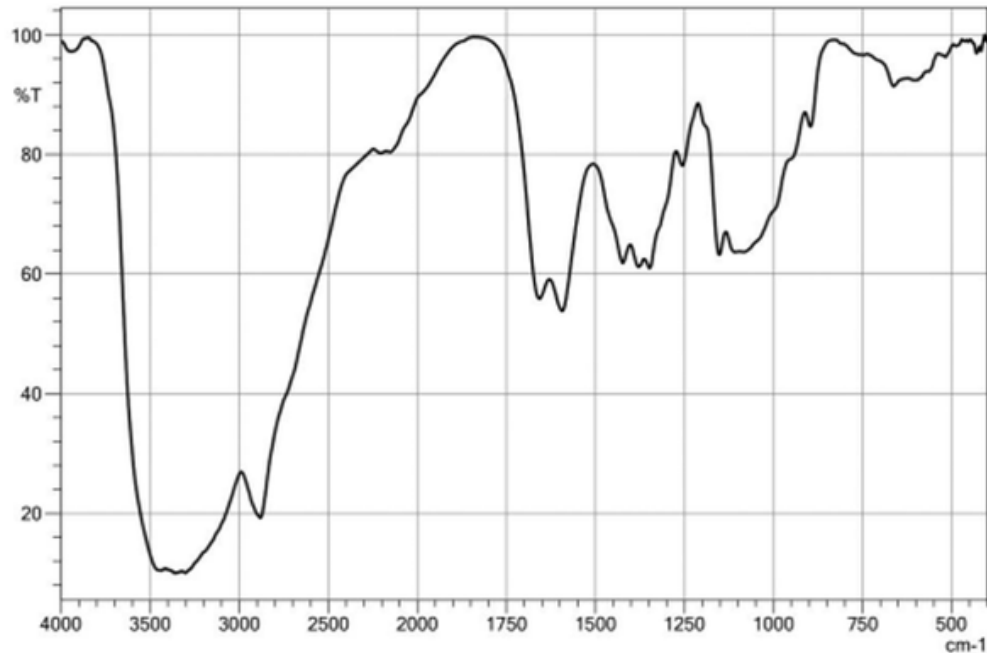
Rendeman 6.23%

Kadar air 8.2%

Kadar abu 0.45%

Hasil dan Pembahasan

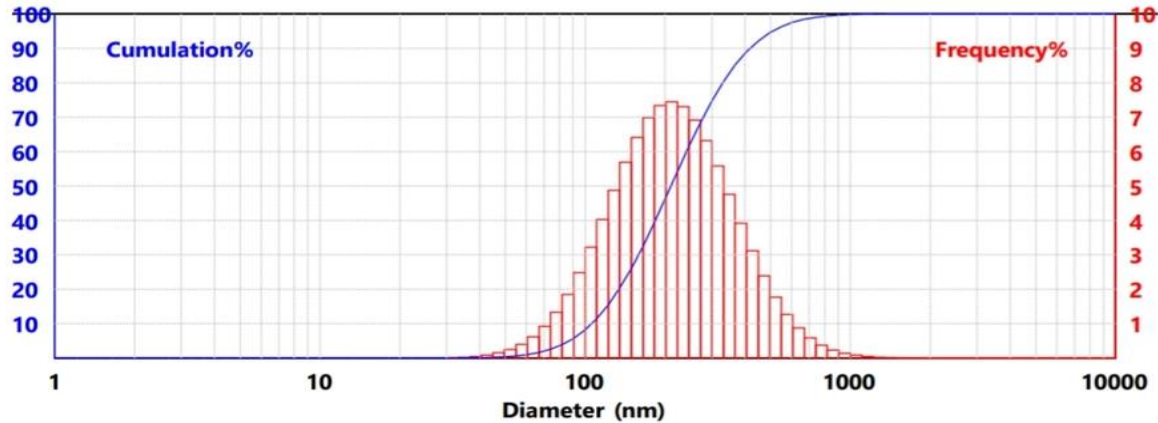
- Hasil FTIR



Hasil uji FTIR menunjukkan bahwa kitin dari limbah cangkang kerang memiliki penyerapan karakteristik yang menandakan keberhasilan deasetilasi kitin. Pita pada 3289 cm^{-1} menunjukkan kelompok $-\text{OH}$ dan $-\text{NH}_2$, penyerapan pada 2918 cm^{-1} menunjukkan kelompok C–H alifatik, sedangkan puncak pada 1655 cm^{-1} dan 1590 cm^{-1} mewakili Amide I dan Amide II. Pita yang kuat pada $1150\text{--}1025\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan regangan C–O–C dan C–O yang khas dari polisakarida.

Hasil dan Pembahasan

- Hasil PSA



- Uji Organoleptik

Warna	Bentuk	Bau	Sensai pada kulit
Putih bening	Gel	Khas ekstrak	Lembut

- Uji Daya Lekat

Sediaan	Waktu Daya Lekat (Detik)	Parameter (SNI)
F1 (100 mg)	10,51 detik	> 4 detik
F2 (200 mg)	09,66 detik	
F3 (300 mg)	09,22 detik	

- Uji Daya Sebar

Sediaan	Waktu Daya Lekat (Detik)	Parameter (SNI)
F1 (100 mg)	10,51 detik	> 4 detik
F2 (200 mg)	09,66 detik	
F3 (300 mg)	09,22 detik	

Hasil dan Pembahasan

- Uji Viskositas

Sediaan	Viskositas Cp / %	Parameter (SNI)
F1 (100 mg)	13760 cP / 68.8 %	2000-50000 Cps
F2 (200 mg)	11160 cP / 55.8 %	
F3 (300 mg)	9700 cP / 48.5 %	

- Uji pH

Sediaan	pH	Parameter (SNI)
F1 (100 mg)	6,7	4,5-8
F2 (200 mg)	7,3	
F3 (300 mg)	7,7	

- Homogenitas

Sediaan	Homogenitas	Parameter (SNI)
F1 (100 mg)	Homogen	Homogen
F2 (200 mg)	Homogen	
F3 (300 mg)	Homogen	

- Uji Stabilitas

Sediaan	Konsistensi
F1 (100 mg)	TIDAK MEMISAH
F2 (200 mg)	TIDAK MEMISAH
F3 (300 mg)	TIDAK MEMISAH




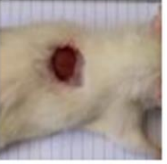





















Hasil dan Pembahasan

- Uji Persen Penyembuhan Luka

Kelompok Perlakuan	Rata-rata luas luka hari ke-0	Rata-rata luas luka hari ke-12	Persentase penutupan luka (%)
K +	1.78	0.07	94.4
K -	1.75	0.60	68.65
F1 (100 mg)	1.55	0.34	77.26
F2 (200 mg)	1.51	0.30	80.12
F3 (300 mg)	1.76	0.28	85.60

Hasil dan Pembahasan

- Dokumentasi Luka

	Kontrol positif	Kontrol negatif	F1 (100 mg)	F2 (200 mg)	F3 (300 mg)
Hari ke-0					
Hari ke-3					
Hari ke-6					
Hari ke-9					
Hari ke-12					

Hasil dan Pembahasan

- Analisis Statistik

ANOVA

Persentase luka hari ke 12

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	821.347	3	273.782	3.313	.041
Within Groups	1652.652	20	82.633		
Total	2473.999	23			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Persentase luka hari ke 12
Games-Howell

(I) Kelompok perlakuan tikus	(J) Kelompok perlakuan tikus	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol negatif	F1	-1.57167	4.55386	.985	-17.0927	13.9494
	F2	-8.22167	5.53272	.500	-27.5191	11.0757
	F3	-14.74167*	2.93667	.004	-24.0394	-5.4439
F1	Kontrol negatif	1.57167	4.55386	.985	-13.9494	17.0927
	F2	-6.65000	6.81648	.766	-27.6756	14.3756
	F3	-13.17000	4.94747	.107	-28.9987	2.6587
F2	Kontrol negatif	8.22167	5.53272	.500	-11.0757	27.5191
	F1	6.65000	6.81648	.766	-14.3756	27.6756
	F3	-6.52000	5.86096	.694	-25.8525	12.8125
F3	Kontrol negatif	14.74167*	2.93667	.004	5.4439	24.0394
	F1	13.17000	4.94747	.107	-2.6587	28.9987
	F2	6.52000	5.86096	.694	-12.8125	25.8525

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil dan Pembahasan

- Analisis Statistik

Berdasarkan hasil analisis, rerata persentase penyembuhan luka pada hari ke-12 menunjukkan adanya peningkatan bertahap dari kelompok kontrol negatif ($74,41 \pm 3,83$) ke F1 ($75,98 \pm 10,48$), F2 ($82,63 \pm 13,00$), hingga F3 ($89,15 \pm 6,09$). Selanjutnya dilakukan uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk, hasil analisis menunjukkan data terdistribusi normal dan dilanjut analisis One Way Anova. Hasil analisis uji One Way ANOVA menyatakan adanya perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan dengan nilai $p=0,041$. Hasil ini mengonfirmasi bahwa konsentrasi kitosan berpengaruh nyata terhadap persentase penutupan luka. Namun, asumsi homogenitas varians tidak terpenuhi (uji Levene; $p=0,019$), sehingga uji post hoc dilakukan dengan metode Games-Howell. Hasil analisis lanjut mengungkapkan bahwa perbedaan signifikan hanya terjadi antara kelompok kontrol negative dan formulasi F3 ($p=0,0004$).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil riset yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sediaan nanoemulgel berbahan dasar kitosan dari limbah cangkang kupang memiliki kualitatif fisikokimia yang baik, meliputi ukuran partikel nanometer yang stabil, pH, viskositas, stabilitas, dan homogenitas yang memenuhi standar sediaan topikal. Hasil uji in vivo menunjukkan bahwa sediaan ini efektif dalam mempercepat penyembuhan luka ulkus diabetikum, ditandai dengan peningkatan signifikan pada persen penutupan luka dan pembentukan jaringan baru. Dari ketiga formula, F3 dosis 300 mg memberikan hasil signifikan terhadap proses penutupan luka, hal ini menunjukkan potensi besar nanoemulgel kitosan cangkang kupang sebagai obat topikal alternatif berbasis limbah bahan alam yang efektif dan ramah lingkungan.

Referensi

- [1] Trisnawati, R. Berti A, and R. Nurvinanda, “Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Terjadinya Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Melitus,” *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, vol. 4 (2), pp. 85–94, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/IJNHS>
- [2] A. Faiza Zubir, S. Brisma, A. Zulkarnaini, M. Anissa, and M Natsir, “Gambaran Penderita Ulkus Diabetikum yang Menjalani Tindakan Operasi,” 2024. doi: <https://doi.org/10.56260/sciena.v3i4>.
- [3] W. Fajarani and S. Hartutik, “Penerapan Perawatan Luka Modern Dressing Dengan Metode Moist Wound Healing Pada Pasien Ulkus Diabetikum Di Puskesmas Sragen,” *Jurnal Kesehatan Unggul Gemilang*, vol. 8, no. 9, pp. 58–69, 2024, [Online]. Available: <https://oaj.jurnalhst.com/index.php/jkug/article/view/4626>
- [4] F. G. Firdaus and B. T. Hartomo, “Pemanfaatan Biomaterial Kitosan dalam Bidang Bedah Mulut,” *B-Dent: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah*, vol. 6, no. 1, pp. 62–70, Jul. 2019, doi: 10.33854/JBD.V6I1.82.
- [5] M. Yadav, B. Kaushik, G. K. Rao, C. M. Srivastava, and D. Vaya, “Advances and challenges in the use of chitosan and its derivatives in biomedical fields: A review,” Jun. 01, 2023, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.carpta.2023.100323.
- [6] M. Taha *et al.*, “Nanogels as Potential Delivery Vehicles in Improving the Therapeutic Efficacy of Phytopharmaceuticals,” Oct. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/polym14194141.
- [7] M. Z. Billah, “Sintesis dan Karakterisasi Hydroxyapatite dari Cangkang Kupang Merah (*Musculista senhousia*) dengan Metode Presipitasi,” 2021.
- [8] A. M. Sikana, N. F. Ningsih, M. R. Saputri, Wandani Shelly A.T., and R. Ambarwati, “Pemanfaatan Limbah Cangkang Kupang Sebagai Sumber Kitin Dan Kitosan,” *Sains dan Matematika*, vol. 4, 2016, Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/sainsmatematika/article/view/6166>
- [9] F. W. Mahatmanti *et al.*, “Pembuatan Kitin dan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang sebagai Upaya Memanfaatkan Limbah Menjadi Material Maju,” *Inovasi Kimia*, no. 1, pp. 1–38, May 2022, doi: 10.15294/ik.v1i1.60.
- [10] A. Indalifiany, M. Hajrul Malaka, A. Fristiohady, R. Andriani, and M. Harul Malaka, “Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Nanoemulgel Ekstrak Etanol Spons *Petrosia Sp.*,” *JFSP*, vol. 7, no. 3, pp. 321–331, 2021, [Online]. Available: <http://journal.ummg.ac.id/index.php/pharmacy>
- [11] E. Yulia Sari, Cut Mutia, Z. S. Fitri, R.A. Talitha Nabila Sakhi, Indri Maharini, and Elisma, “Formulation of Nanoemulgel Preparation from Jernang Resin Extract (*Daemonorops draco* (Wild.)) for Healing Burn Wounds in Male White Rats (*Rattus norvegicus*),” *Jurnal Farmasimed (Jfm)*, vol. 7, no. 2, pp. 371–380, 2025, doi: 10.35451/jfm.v7i2.2651.

