

OPTIMASI GEL MINYAK ATSIRI SEREH (*Cymbopogon nardus*) SEBAGAI REPELAN DAN UJI AKTIVITAS TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti***OPTIMIZATION GEL OF ESSENTIAL OIL OF LEMONGRASS (*Cymbopogon nardus*) AS A REPELLANT AND ACTIVITY AGAINST *Aedes aegypti*****Aninditha Rachmah Ramadhiani¹, Faizah Aulia^{2*}, Tri Oktarina³, Galih Pratiwi⁴, Shaum Shiyan⁵**¹ Jurusan Farmasi, Program Studi D3 Farmasi, Poltekkes Kemenkes Palembang, Palembang, 30151, Sumatera Selatan, Indonesia^{2,3,4} Department of Pharmacy, Faculty of Health and Technology, Universitas Aisyiyah Palembang, Palembang, 30961, Sumatera Selatan, Indonesia⁵Department of Pharmacy, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Sriwijaya, Indralaya (OI) Sumatera Selatan Indonesia, 30662

(email penulis korespondensi: kimfaizah44@gmail.com)

(Mobile number penulis pertama/ korespondensi: 081368661578)

ABSTRAK

Latar Belakang: demam berdarah salah satu jenis penyakit yang menular yang diakibatkan gigitan nyamuk pembawa virus dengue. Salah satu tanaman mempunyai sifat repelan ialah minyak atsiri sereh yang mempunyai kandungan yaitu sitronelal, sitrnelol, dan geraniol. Karbopol merupakan sifat fisik sebagai pengental dan gliserin sebagai humektan. **Tujuan:** penelitian ini untuk mengoptimalkan gel repelan minyak atsiri sereh variasi karbopol dan gliserin dengan metode SLD dan uji aktivitas terhadap nyamuk *aedes aegypti* yang meliputi waktu proteksi. **Metode:** penelitian ini dilakukan secara eksperimental laboratorium dengan menggunakan pendekatan *simplex lattice design*. Menggunakan bantuan perangkat lunak *design expert*. Parameter diuji, meliputi uji viskositas, daya sebar dan uji daya lekat. Uji daya tolak nyamuk menggunakan metode proteksi terhadap tangan manusia dan diuji statistik menggunakan SPSS metode *Kruskall-Wallis*. **Kesimpulan:** perbandingan konsentrasi karbopol 1% dan gliserin 19% memiliki daya tolak pada nyamuk *aedes aegypti* 98,25% menghasilkan gel minyak atsiri sereh (*cymbopogon nardus*) dengan sifat gel yang memenuhi persyaratan.

Kata kunci : *Aedes Aegypti*, *Design Expert*, *Simplex Lattice Design*, *Cymbopogon nardus*

ABSTRACT

Background: Dengue fever is one type of infectious disease caused by the bite of mosquitoes carrying the dengue virus. One of the plants that have repellent properties is lemongrass essential oil which contains citronellal, citronellol, and geraniol. Carbopol is a physical property as a thickener and glycerin as a humectant. **Aims:** This study aimed to optimize a lemongrass essential oil repellent gel using variations of carbopol and glycerin concentrations with the Simplex Lattice Design (SLD) method and to evaluate its repellent activity against *Aedes aegypti* mosquitoes. **Methods** This research was conducted experimentally using the SLD approach with Design Expert software. The evaluated parameters included viscosity, spreadability, and adhesiveness. Mosquito repellent activity was assessed through a human hand protection test, and statistical analysis was performed using the Kruskal–Wallis test with SPSS. **Conclusion:** The optimal formula was obtained at 1% carbopol and 19% glycerin, providing 98.25% protection against *Aedes aegypti*. This formulation resulted in a lemongrass essential oil gel with acceptable physical properties and excellent repellent effectiveness.

Keywords: *Aedes Aegypti*, *Design Expert*, *Simplex Lattice Design*, *Cymbopogon nardus*

PENDAHULUAN

Demam berdarah masih menjadi masalah kesehatan utama di seluruh dunia tropis dan sub-tropis. Demam berdarah dengue (DBD) adalah salah satu jenis penyakit menular yang diakibatkan oleh gigitan nyamuk pembawa virus *dengue* (1). Virus *dengue* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *aedes aegypti*. *Aedes aegypti* merupakan vektor utama dari penyakit ini (2). Penyakit DBD disebabkan oleh berbagai faktor ialah kebersihan lingkungan, daya tahan tubuh dan faktor iklim yaitu curah hujan, kelembaban udara dan suhu udara (3).

Repelan zat pengusir serangga yang banyak beredar di pasaran dan digunakan oleh masyarakat mencegah DBD (4). Repelan berfungsi menjauhkan serangga manusia dengan cara menghambat stimulus nyamuk untuk menghisap darah atau *blood feeding* (5) Menurut penelitian konsentrasi untuk formulasi gel digunakan carbopol 0,5-2% meningkatkan uji sifat fisik viskositas (6), sedangkan konsentrasi yang digunakan pada gliserin 10-14% dapat meningkatkan uji sifat fisik viskositas, daya sebar, daya lekat, pH (7). Menurut penelitian lain juga menyatakan pada konsentrasi carbopol 1-2% dan gliserin 2-15%, menunjukkan dapat meningkatkan viskositas, daya lekat dan peningkatan konsentrasi gliserin dapat meningkatkan nilai daya sebar (8).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi adalah menggunakan perangkat lunak *design expert* dengan metode *simplex lattice design* (SLD) yang didasarkan pada penerapan dua variabel bebas untuk menentukan formula yang optimal (9). Keuntungan SLD sangat cocok digunakan untuk optimasi bahan seperti minyak, surfaktan, dan ko-surfaktan dibandingkan dengan metode lainnya. Penggunaan SLD dapat meningkatkan efektivitas dalam menginterpretasikan faktor dan interaksi. Tingkat faktor SLD bergantung pada model yang diinginkan dan jumlah komponen atau campuran komponen dalam suatu pengujian.

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi carbopol dan gliserin terhadap sifat fisik formula gel minyak atsiri sereh. Setelah diperoleh formula yang optimal, maka dilakukan uji sifat fisik terhadap gel minyak atsiri sereh yang meliputi uji organoleptis, homogenitas, daya sebar, daya lekat, uji viskositas, pH, uji stabilitas fisik dan uji aktivitas terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Uji aktivitas ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas gel repelan tersebut dalam mengusir nyamuk *Aedes aegypti*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang meliputi pengambilan sampel, merancang formula, pembuatan gel, pengujian sifat fisik terhadap stabilitas sediaan, dan pengujian aktivitas repelan terhadap nyamuk.

1. Rancangan Formula

Gel minyak atsiri (*Cymbopogon nardus*) dibuat sebanyak run yang ditentukan dengan konsentrasi karbopol (1-2%) dan gliserin (18-19%) dengan 3 kali replikasi, respon yang akan dipengaruhi

adalah daya lekat, viskositas, dan daya sebar. Hasil penentuan software *Design expert* 12 metode *Simplex Lattice Design* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Rancangan Formula

Bahan	Komposisi (%)							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Minyak atsiri sereh	5	5	5	5	5	5	5	5
Carbopol	1.5	2	1.75	1	2	1.25	1.5	1
Gliserin	18.5	18	18.25	19	18	18.75	18.5	19
na-CMC	1	1	1	1	1	1	1	1
TEA	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Natrium metabisulfite	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Aquadest	Ad 100	Ad 100	Ad 100	Ad 100	Ad 100	Ad 100	Ad 100	Ad 100

2. Pembuatan gel minyak atsiri sereh (*Cymbopogon nardus*)

Pembuatan gel minyak atsiri sereh, diawali dengan carbopol dilarutkan dalam 40 ml air panas, kemudian dibiarkan mengembang selama 30 menit. Carbopol sudah mengembang diaduk menggunakan lumpang homogen. Carbopol sudah mengembang sempurna ditambahkan TEA dan ditambahkan gliserin sedikit demi sedikit, diaduk hingga membentuk gel ad homogen.

Tambahkan Na-CMC kedalam sediaan, tambahkan minyak atsiri sereh ditambahkan perlahan diaduk hingga homogen. Lalu tambahkan Na. Metabisulfite aduk ad homogen, kemudian tambahkan sisa aquadest aduk ad homogen.

3. Uji sifat fisik

a. Uji daya sebar

Pengujian ini dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,5 gram gel kemudian diletakkan dalam kaca bulat, kaca lainnya diletakkan diatasnya dan dibiarkan selama 1 menit. Setelah itu, ditambahkan 100 gram beban didiamkan 1 menit dan diukur diameter konstan (10).

b. Uji daya lekat

Dilakukan dengan menimbang 0,25 gram gel diletakkan dibagian tengah gelas objek dan ditutupi dengan gelas objek lain. Diberi beban 100 gram diatasnya selama 5 menit, gelas objek tersebut dipasang pada alat uji yang diberi beban 80 gram. Dihitung waktu yang diperlukan 2 gelas objek hingga terlepas (11).

c. Uji viskositas

Sediaan dilakukan menggunakan viscometer brookfield dengan cara menyelupkan spindel pada viscometer dalam 100 gram sediaan yang telah dimasukkan dalam beaker glass dan dengan kecepatan yang sesuai. Viskositas sediaan dilihat pada skala dalam alat setelah tercapai kestabilan (12).

4. Pembiakan Nyamuk *Aedes Aegypti*

a. Pengambilan sampel

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah telur nyamuk *Aedes Aegypti* didapat dari balai Litbangkes Baturaja yang berada di Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan.

b. Rearing Nyamuk

Letakkan telur nyamuk *aedes aegypti* dalam wadah berisi air 1,5-2 liter yang telah ditambahkan tetrabits, telur akan menetas dalam waktu 24 jam setelah terendam air. Larva diberi makan setiap pagi, Sekitar 1-3 hari akan larva menjadi instar I ,II,III dan berubah menjadi pupa sekitar hari keenam. Pemeliharaan : siapkan kotak nyamuk 45 cm x 45 cm, setelah larva berubah menjadi pupa, larva pupa dimasukkan ke dalam wadah kecil berisi air bersih menggunakan pipet dimasukkan kedalam kotak perawatan, gelas plastik diisi 150 ekor pupa, simpan ditempat sejuk dan terhindar dari sinar matahari langsung, setelah fase pupa, maka pupa akan menjadi nyamuk dewasa (13).

5. Uji aktivitas repelan sediaan gel minyak atsiri sereh (*Cymbopogon nardus*)

Uji aktivitas ini dilakukan di laboratorium farmokologi Stikes Aisyiyah Palembang. Pengujian aktivitas repelan terhadap nyamuk *aedes aegypti* dilakukan menggunakan formula optimum gel minyak atsiri sereh. Dengan menggunakan kandang berukuran 40cm x 40cm x 30cm yang terbuat dari kawat kasa. Kandang diberi lubang berdiameter 15 cm, sangkar berisi 30 27 ekor nyamuk *aedes aegypti* berjenis kelamin betina berumur 3-5 hari setelah penetasan (14). Nyamuk diberi pakan darah, kemudian selama 24 jam sebelum diujikan (15).

Pengujian dilakukan dengan memakai sarung tangan yang tidak dapat digigit nyamuk, sarung tangan digunting pada bagian punggung tangan untuk mempermudah proses pengamatan. Kemudian pada punggung tangan kiri sebagai kontrol negative terlebih dahulu dicuci menggunakan aquadest, tangan kemudian dimasukkan kedalam kandang nyamuk, jumlah nyamuk yang hinggap dalam periode waktu 30 detik diamati dan dicatat. Jika jumlah nyamuk hinggap >10 ekor maka pengujian dapat dimulai (14). Setelah 30 detik tangan dikeluarkan dengan hati-hati. Masukkan kembali tangan kedalam kandang diamati selama 30 detik, selanjutnya jumlah yang hinggap dicatat, kemudian tangan digerakkan untuk mengusir nyamuk yang hinggap, sedangkan tangan kanan sebagai kontrol positif menggunakan produk repelan yang ada dipasaran (soffel varian jeruk), tangan kanan probandus dimasukkan ke dalam kandang yang sama untuk memastikan jumlah nyamuk yang hinggap dalam periode 30 detik. Pengujian dilakukan setiap 2 jam sekali selama 4 jam dimulai dari jam ke-0. Dilakukan sebanyak 3 kali pada uji aktivitas repelan (16).

Pengamatan dan perhitungan dilakukan untuk mengetahui daya proteksi. Daya proteksi adalah lama waktu sediaan yang masih menunjukkan adanya daya repelan >90% proteksi, presentase daya tolak nyamuk dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (17):

$$\text{Daya proteksi (DP)} = \frac{K-R}{K} \times 100\%$$

Keterangan:

K: banyaknya hinggapan pada lengan kontrol

R: banyaknya hinggapan pada lengan perlakuan (18)

HASIL dan PEMBAHASAN

1. Gel Minyak Atsiri Sereh

a. Evaluasi Sifat Fisik

Tabel 2. Hasil Pengujian Respon Formula

Sediaan	Respon		
	Viskositas (m-Pas)	Daya Lekat (Detik)	Daya Sebar(Cm)
F1	2333	4	3,3
F2	2450	4,7	3,8
F3	2161	4,6	3,7
F4	1647	2,3	3,4
F5	2179	3,7	3,9
F6	2240	2,7	3,6
F7	2333	4,3	3,4
F8	1640	2,5	3,3

Respon Daya Lekat

Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa peningkatan pada F2 memiliki daya lekat yang paling lama, daya lekat ini dapat dipengaruhi oleh konsistensi dan kandungan kimianya. Standar waktu daya lekat sediaan topikal yang baik Adalah tidak kurang dari 4 detik (19). Uji daya lekat pada gel dilakukan untuk melihat kemampuan gel melekat pada kulit, dimana hal ini dapat mempengaruhi kemampuan penetrasi gel kedalam kulit untuk menimbulkan efek. karbopol jika kontak dengan air akan membentuk sebuah koloid yang membentuk masa kental dan bersifat lengket sehingga mampu meningkatkan daya lekatnya. Penambahan gliserin dalam sistem gel yang berlebihan dapat mengganggu prosesionasi gugus.

Respon Daya Sebar

Berdasarkan hasil pada tabel 2 diatas hasil uji daya sebar menunjukkan bahwa daya sebar sediaan gel setiap formula memasuki rentan daya sebar yang baik karena memasuki rentan dari kriteria daya sebar gel yang diinginkan, diketahui penyebaran zat aktif yang baik dikulit sangat diharapkan dalam sediaan topikal. Persyaratan yang baik untuk sediaan topikal adalah rentan antara 3-5 cm. yang sediaan gel minyak atsiri menunjukkan 3,3-3,9 cm, yang mana berarti sediaan masih masuk dalam rentang dari persyaratan daya sebar sediaan topikal (20).

Respon Viskositas

Berdasarkan tabel 2 didapatkan hasil dimana pada formula F1.F2.F3.F5.F6 dan F7 memasuki rentan viskositas yang baik karena berada diantara range sesuai literatur standar viskositas 2000-4000 m-Pas (21). Sedangkan F4 dan F8 tidak memasuki rentan range viskositas gel karena viskositas yang terlalu rendah akan berkonsistensi terlalu encer, sehingga sediaan akan menetes saat diaplikasikan. Dapat disimpulkan bahwa yang memenuhi standar yaitu F1,F2,F3,F5,F6 dan F7. Semakin besar konsentrasi carbopol maka semakin besar nilai viskositasnya (22) begitupun dengan konsentrasi gliserin bahwa semakin besar konsentrasi gliserin

maka semakin rendah nilai viskositasnya dan semakin kecil konsentrasi gliserin maka semakin tinggi nilai viskositasnya (23).

Penentuan Formula Optimum dan Verifikasi Hasil Optimum

Formula optimum dilakukan pada 2 komponen analisis telah dilakukan, memprediksi formula optimum hal penting untuk menentukan tingkat prioritas dari setiap respon yang dilihat parameter viskositas, daya lekat, daya sebar. Pengaturan tingkat prioritas dalam perangkat lunak. Pengaturan tingkat prioritas dapat dilakukan sesuai kepentingan yang diharapkan. Respon Y1 diatur in range, respon Y2 diatur minimize, respon Y3 diatur minimize. Respon prioritas untuk masing-masing respon.

Tabel 3. pemberian nilai dan bobot pada respon formula optimum ditentukan dari respon viskositas, daya lekat, dan daya sebar.

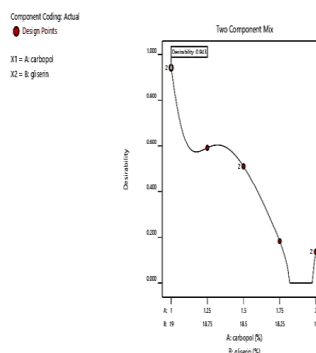
Nama	Goal	Lower	Upper	Prioritas
Viskositas	In range	1640	2450	3
Daya lekat	Minimize	2,3	4,7	3
Daya sebar	Minimize	3,3	3,9	3

Model yang diperoleh dari run percobaan SLD digunakan memprediksi komposisi campuran optimum dalam proses formulasi gel. Komposisi formula disarankan oleh piranti lunak design-expert sebanyak 3 solusi pada tabel.

Tabel 4 hasil prediksi formula optimum

No	Karbopol	Gliserin	Viskositas	Daya Lekat	Daya Sebar	Desirability	
1	1,000	19,000	1689,556	2,266	3,367	0,943	Selected
2	1,321	18,679	2157,709	3,558	3,440	0,604	
3	2,000	18,000	2268,444	4,289	3,833	0,138	

Nilai desirability digunakan sebagai indikator penting dalam menentukan campuran optimum dalam formula gel. Nilai desirability mendekati 1 menandakan kedekatan dengan nilai yang diprediksi. pada gambar 2 sebagai campuran yang diprediksi memperoleh tabel yang optimal. Komposisi dari campuran menghasilkan desirability 0,943. semakin mendekati 1 maka semakin tinggi respon yang diinginkan (17). Kurva desirability disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva Desirability Formula Optimum

Setelah formula optimum diperoleh, maka dilakukan verifikasi formula dengan design expert. Nilai prediksi diperoleh dengan point prediction yang terdiri dari CI 95% (*confidence interval*) yaitu perkiraan interval kepercayaan dengan rentang rata-rata observasi pada taraf kepercayaan 95% dan PI 95% (*prediction interval*) yaitu nilai prediksi dengan hasil observasi pada taraf kepercayaan nominal 95% (20).

Tabel 5. nilai prediksi dan rentang verifikasi

Respon	Prediksi	Observasi	95% CI		95% PI	
			Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Viskositas	1689,56	2206±124,72	1368,73	2010,38	415,651	2963,46
Daya Lekat	2,26634	3,6±0,04	1,43719	3,09549	-0,9228	5,4555
Daya Sebar	3,36667	3,4±0,21	3,21583	3,5175	2,7677	3,9655

Pada formula optimum memiliki nilai viskositas $2,206 \pm 124,72$, masuk kedalam rentang CI 95% dan PI 95% dari penentuan software yang mendekati dengan nilai observasi. Daya lekat memiliki nilai yaitu $3,6 \pm 0,04$ masuk kedalam rentang CI 95% dan PI 95%, serta daya sebar memiliki nilai yaitu $3,4 \pm 0,21$ masuk dalam rentang CI dan PI 95%.

3. Uji Aktivitas Repellent Gel Minyak Atsiri Sereh (*Cymbopogon nardus*)

Tabel 6. Hasil pengamatan uji aktivitas gel minyak atsiri sereh

No.	Kelompok Perlakuan	Daya Tolak
1	Kontrol (-)	0%
2	Sediaan Gel Minyak Atsiri	98,25%
3	Kontrol (+)	100%

Berdasarkan hasil perhitungan presentase daya tolak nyamuk pada sediaan gel minyak atsiri sereh mempunyai daya tolak sebesar 98,25%, dan kontrol positif (soffel varian jeruk) mempunyai daya tolak 100%. Dilihat dari daya tolak gel minyak atsiri sereh mempunyai daya tolak yang baik namun masih rendah daya tolaknya jika dibandingkan dengan kontrol (+). Hasil uji insektisida dianggap memiliki efektivitas yang baik apabila nilai daya proteksi antara 98-100%, kurang dari nilai tersebut maka dianggap kurang efektif (24). Namun apabila dibandingkan dengan kontrol (-) aktivitas daya tolak dari sediaan gel minyak atsiri sereh maka yang memiliki daya tolak yang baik yakni sediaan gel minyak atsiri sereh.

Tabel 9. Hasil uji kruskall walis

<i>Chi-Square Statistic</i>	13,142
<i>Probabilitas</i>	0,000

Dari uji nonparametrik kruskall-walis menghasilkan statistic uji chi-square sebesar 13,142 dengan probabilitas sebesar 0,000. hal ini diketahui bahwa probabilitas $< \alpha$ (5%) sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (25). Nilai sig $< 0,05$ pada uji kruskal-wallis menunjukkan benar ada perbedaan yang bermakna dari daya tolak setiap perlakuan. Dari penelitian ini didapatkan hasil sediaan gel minyak atsiri memiliki aktivitas repelan hal ini disebabkan karena adanya senyawa

metabolit sekunder yakni flavonoid dan saponin yang terdapat pada minyak atsiri sereh sebagai repelan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa gel minyak atsiri sereh memiliki potensi sebagai repelan. Senyawa yang berfungsi sebagai repelan yakni flavonoid dan saponin sebagai insektisida alami dan racun serangga dimana flavonoid merupakan senyawa kimia yang dapat berperan sebagai racun pernapasan akibatnya nyamuk susah bernapas sedangkan saponin memiliki mekanisme kerja yang dapat membran sel rusak yang menyebabkan nyamuk mati (26).

Menurut penelitian kandungan dalam minyak atsiri sereh ialah sitronelal, sitronelol dan geraniol yang memiliki efektivitas yang tinggi terhadap penolakan nyamuk sehingga efektif sebagai penolakan nyamuk (27). Mekanisme kerja dari kandungan tersebut dengan menghambat enzim asetilkolinesterase, sehingga terjadi fosforilasi asam amino serin pusat asteratik enzim bersangkutan. Gejala keracunannya timbul karena adanya penimbunan asetilkolin yang menyebabkan gangguan sistem saraf pusat, kejang, kelumpuhan pernafasan, dan kematian (28).

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

1. Komposisi karbopol dan gliserin dapat meningkatkan nilai viskositas dan daya lekat. Perbandingan konsentrasi karbopol 1% dan gliserin 19% menghasilkan gel minyak atsiri sereh (*Cymbopogon Nardus*) dengan sifat gel yang optimum.
2. Gel minyak atsiri sereh dengan variasi konsentrasi carbopol dan gliserin terbukti mempunyai daya tolak terhadap nyamuk *aedes aegypti* sebesar 98,25%

b. Saran

Dilakukan penelitian lebih lanjut optimasi variasi kombinasi minyak atsiri sereh dalam sediaan gel sebagai anti repelan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Laporan Tahunan 2022: Demam Berdarah Dengue*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit; 2023.
2. Rizqi Farasari , M. A. (2018). Model Buku Saku Dan Rapor Pemantauan Jentik Dalam Meningkatkan Perilaku Pemberantasan Sarang Nyamuk. *Kanisius*, 3(2), 110–117.
3. Mayasari, R., Arisanti, M., Nurmaliani, R., Sitorus, H., & Ambarita, L. P. (2020). Karakteristik Penderita, Hari Dan Curah Hujan Terhadap Kejadian Demam Berdarah Di Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Journal Of Health Epidemiology And Communicable Diseases*, 5(1), 23–29. <https://doi.org/10.22435/Jhecds.V5i1.1300>
4. Aini, R., Widiastuti, R., & Nadhifa, N. A. (2017). Uji Efektifitas Formula Spray Dari Minyak Atsiri Herba Kemangi (*Ocimum Sanctum* L) Sebagai Repellent Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 2(2), 189– 197. <https://doi.org/10.51352/Jim.V2i2.66>

5. Zen, S., & Asih, T. (2017). Potensi Ekstrak Bunga Tahi Kotok (*Tagetes Erecta*) Sebagai Repellent Terhadap Nyamuk *Aedes Aegypti* Yang Aman Dan Ramah Lingkungan. *Bioedukasi (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 8(2), 142. <https://doi.org/10.24127/Bioedukasi.V8i2.1072>
6. Wahyu, R., Pangestu, A., Aisiyah, S., & Harmastuti, N. (2020). Optimasi Karbopol Dan Gliserin Pada Sediaan Gel Dispersi Padat Ibuprofen Secara Simplex Lattice Design Optimization Of Carbopol And Glycerin In Solid Dispersion Gel Of Ibuprofen By Simplex Lattice Design. *Journal Of Pharmacy*, 9(2), 2302–7436.
7. Dhiyafanti, Y. A., & Setiyadi, G. (2023). Optimasi HPMC Sebagai Gelling Agent Dan Gliserin Sebagai Humektan Pada Sediaan Masker Gel Ekstrak Labu Siam (*Sechium Edule* (Jacq.) Swartz). *Usadha Journal Of Pharmacy*, 2(1), 1–15. <https://doi.org/10.23917/Ujp.V2i1.93>
8. Hidayati, N., Sutaryono, Santi, C., & Addin, Q. (2022). Optimasi Formula Gel Aromaterapi Minyak Atsiri Bunga Kenanga (*Cananga Odorata*) Dengan Variasi Carbopol 940 Dan Gliserin Menggunakan Metode *Simplex Lattice Design* (SLD). *Cerata Jurnal Ilmu Farmasi*, 13(1), 10–17. <https://doi.org/10.61902/Cerata.V13i1.451>
9. Nandita, S. P., Kuncahyo, I., & Harjanti, R. (2021). Formulation and Optimization of Furosemide Snedds With Variation Concentration of Tween 80 and PEG. *Journal of Fundamental and Applied Pharmaceutical Science*, 2(1).
10. Sani, Lalu Mukhlis Maqbul, Subaidah, Windah Anugrah, & Andayani, Y. (2021). Formulasi Dan Evaluasi Karakter Fisik Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*). *Sasambo Journal Of Pharmacy*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.29303/Sjp.V2i1.84>
11. Emelda, Emelda, Nada Septiawan, A., & Ayu Pratiwi, D. (2020). Formulasi Dan Uji Sifat Fisik Sediaan Gel Ekstrak Etanolik Ganggang Hijau (*Ulva Lactuca* LINN.). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 3(2), 271–280. <https://doi.org/10.36387/Jifi.V3i2.645>
12. Dhiyafanti, Y. A., & Setiyadi, G. (2023). Optimasi HPMC Sebagai Gelling Agent Dan Gliserin Sebagai Humektan Pada Sediaan Masker Gel Ekstrak Labu Siam (*Sechium Edule* (Jacq.) Swartz). *Usadha Journal Of Pharmacy*, 2(1), 1–15. <https://doi.org/10.23917/Ujp.V2i1.93>
13. Jacob A, Pijoh VD, Wahongan GJP. Ketahanan hidup dan pertumbuhan nyamuk *Aedes* spp pada berbagai jenis air perindukan. *J e-Biomedik (eBM)*. 2014;2(3):1–8.
14. Wahyuni, D. (2016). Toksisitas Ekstrak Tanaman Sebagai Dasar Biopeptisida Baru Pembasmi Larva Nyamuk *Aedes Aegypti* (Ekstrak Daun Sirih, Ekstrak Daun Biji Pepaya, dan Ekstrak Biji Srikaya) Berdasar Hasil Penelitian. In *Media Nusa Creative* (1st ed.)
15. Mirawati, P., Simaremare, Susabty Eva, & Pratiwi, Rani Dewi. (2018). Uji Efektivitas Repellent Sediaan Lotion Kombinasi Minyak Atsiri Daun Zodia (*Evodia Suaveolens* Scheff) Dan Minyak Atsiri Batang Serai (*Cymbopogon Citratus*) Terhadap Nyamuk *Aedes Aegypti* L. *Journal Of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8.
16. Hidayati, Lisa & Suprihatini, Seli. (2020). Pengaruh Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni*) Terhadap Kematian Larva *Culex* sp. ASPIRATOR - *Journal of Vector-borne Disease Studies*. 12. 45-52. [10.22435/asp.v12i1.2171](https://doi.org/10.22435/asp.v12i1.2171).
17. Wulandari A, Sandra M, Rahmayanti S. Pembuatan obat nyamuk herbal sebagai alternatif pembasmi nyamuk di Desa Sopo Kabupaten Sigi. *J Duta Abdimas*. 2022;1(1):26–32.

18. Nurfany, R. F., & Purwati. (2020). Uji Aktivitas Repellent Sediaan Gel Minyak Atsiri Herba Lemon Balm (*Melissa Officinalis* L) Terhadap Nyamuk *Aedes Aegypti* Repellent. *Archives Pharmacia*, 2(2), 64–81.
19. Tungadi, R. (2020). *Teknologi Nano Sediaan Liquida dan Semisolida*. Sagung Seto: Jakarta
20. Sekiyama T, Nagashima A. Solar Sharing for Both Food and Clean Energy Production: Performance of Agrivoltaic Systems for Corn, A Typical Shade-Intolerant Crop. *Environments*. 2019;6(6):65. doi:10.3390/environments6060065.
21. Yahya, D. A., Permatasari, I., & Ma'mun, S. (2023). An Investigation Into The Effectiveness Of Green Betel (*Piper Betle* L.) Leaf Extract Hand Sanitizer. *Berkala Sainstek*, 11(2), 121. <https://doi.org/10.19184/Bst.V11i2.39190>
22. Yusuf, A. L., Nugraha, D., Wahlanto, P., Indriastuti, M., Ismail, R., & Himah, F. A. (2022). Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Gel Ekstrak Buah Pare (*Momordica Charantia* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Carbopol 940. *Pharmacy Genius*, 1(1), 50–61. <https://doi.org/10.56359/Pharmgen.V1i01.149>
23. Sita, S. N. F., Prabandari, R., & Kusuma, I. Y. (2022). Pengaruh Variasi Konsentrasi Gliserin Sebagai Humektan Terhadap Stabilitas Sediaan Pasta Gigi Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium Polyanthum* (Wight) Walp). *Pharmacy Genius*, 1(1), 27–34. <https://doi.org/10.56359/Pharmgen.V1i01.147>
24. Sari, P. I., Farid, N., Wahyuningsih, S., & Sari, I. (2022). Formulasi Dan Uji Efektivitas Spray Antinyamuk Kombinasi Minyak Sereh (*Cymbopogon nardus*) Dan Minyak Nilam (*Pogostemon cablin*). *Jurnal Buana Farmasi*. 2(4), 1–10.
25. Adhani, A., & Rupa, D. (2020). Analisis Pemahaman Konsep Mahasiswa Pendidikan Biologi Pada Matakuliah Fisiologi Tumbuhan. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 11(1), 18.
26. Fadlilah ALN, Cahyati WH, Windraswara R. Uji Daya Proteksi Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L) dalam Sediaan Lotion dengan Basis PEG400 sebagai Repellent terhadap *Aedes aegypti*. *J Care*. 2017;5(3):318–24
27. Sihite JS. Ulasan Efektivitas Ekstrak Lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap Nyamuk (*Culex sp.*) sebagai Diffuser Organik. *J Innov Res Knowl*. 2022;1(11):1591–5.
28. Saputra AA, Mulyadi D, Khumaisah LL. Uji Efektivitas Formula E-Liquid Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) sebagai Repelan terhadap *Aedes aegypti*. *Chimica et Natura Acta*. 2020;8(3):126–132. doi:10.24198/cna.v8.n3.26257.