

Review: Formulasi dan Karakteristik Nanoemulsi Bahan Alam Dalam Peningkatan Keefektifitasan Terapeutik

Adi Permadi¹, Mulyono Hadi¹, Totok Eka Suharto¹, Mutiara Wilson Putri^{2*}

¹Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191, Indonesia.

²Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191, Indonesia.

*Corresponding Author: 2300020037@webmail.uad.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan tumbuhan sebagai sumber obat telah berlangsung selama ribuan tahun, namun efektivitas penggunaannya seringkali terhambat oleh rendahnya bioavailabilitas zat aktif. Teknologi nanoemulsi menjadi salah satu solusi inovatif untuk meningkatkan ketersediaan hayati dan efektivitas terapeutik bahan aktif dari ekstrak tumbuhan. Nanoemulsi merupakan sistem penghantaran berbasis lipid yang terdiri atas minyak, surfaktan, kosurfaktan, dan air dengan ukuran droplet sangat kecil (20–200 nm). Stabilitas fisik dan efektivitas nanoemulsi sangat bergantung pada kombinasi komponen yang tepat, terutama jenis surfaktan dan kosurfaktan. Kajian literatur menunjukkan bahwa berbagai bahan alam, seperti daun mangrove, kelor, pala, pirdot, dan kemangi, dapat diformulasikan menjadi nanoemulsi dengan stabilitas dan efektivitas yang tinggi. Nanoemulsi meningkatkan penetrasi zat aktif, menurunkan dosis yang dibutuhkan, dan memperpanjang waktu pelepasan obat, sehingga meningkatkan keamanan dan efisiensi pengobatan. Sebagai contoh, nanoemulsi ekstrak daun pirdot menunjukkan penghambatan enzim α -amilase sebesar 80,41%, jauh lebih tinggi dibandingkan ekstrak konvensional yang hanya mencapai 55,11%, menjadikannya kandidat potensial untuk terapi diabetes. Karakterisasi nanoemulsi meliputi pengujian ukuran droplet, indeks polidispersitas, pH, viskositas, serta stabilitas fisik melalui uji freeze-thaw dan sentrifugasi. Hasilnya menunjukkan bahwa semua formulasi berbasis bahan alam memiliki stabilitas yang baik, dengan ukuran droplet yang kecil dan distribusi ukuran yang homogen, menjadikannya cocok untuk aplikasi topikal di industri farmasi dan kosmetik. Dengan keunggulan dalam stabilitas dan efektivitas, teknologi nanoemulsi berbasis bahan alam menawarkan potensi besar untuk pengembangan produk farmasi dan kosmetik yang lebih efektif, aman, dan efisien. Hal ini menjadikan nanoemulsi sebagai solusi inovatif dalam pemanfaatan bahan alam untuk keperluan terapeutik.

Kata kunci: Ekstrak bahan alam; Nano emulsi; Terapeutik.

ABSTRACT

The utilization of plants as a source of medicine has been going on for thousands of years, but the effectiveness of their use is often hampered by the low bioavailability of active substances. Nanoemulsion technology is one of the innovative solutions to improve the bioavailability and therapeutic effectiveness of active ingredients from plant extracts. Nanoemulsion is a lipid-based delivery system consisting of oil, surfactant, cosurfactant, and water with very small droplet size (20-200 nm). The physical stability and effectiveness of nanoemulsions are highly dependent on the right combination of components, especially the type of surfactant and cosurfactant. Literature review shows that various natural ingredients, such as mangrove leaves, moringa, nutmeg, pirdot, and basil, can be formulated into nanoemulsions with high stability and effectiveness. Nanoemulsions increase the penetration of active substances, lower the required dosage, and prolong the drug release time, thereby improving the safety and efficiency of treatment. For example, the nanoemulsion of pirdot leaf extract showed an α -amylase enzyme inhibition of 80.41%, much higher than that of the conventional extract which only reached 55.11%, making it a potential candidate for diabetes therapy. Characterization of nanoemulsions included testing droplet size, polydispersity index, pH, viscosity, and physical stability

through freeze-thaw and centrifugation tests. The results show that all natural ingredient-based formulations have good stability, with small droplet size and homogeneous size distribution, making them suitable for topical applications in the pharmaceutical and cosmetic industries. With advantages in stability and effectiveness, natural ingredient-based nanoemulsion technology offers great potential for the development of more effective, safe and efficient pharmaceutical and cosmetic products. This makes nanoemulsions an innovative solution in the utilization of natural materials for therapeutic purposes.

Keywords: *Natural Ingridient Extracts; Nanoemulsion; Therapeutic.*

1. PENDAHULUAN

Sejak beribu-ribu tahun yang lalu, tumbuh-tumbuhan telah menjadi sumber obat penting. Pengobatan tertua di dunia adalah penggunaan tumbuh-tumbuhan untuk penyembuhan penyakit. Di seluruh dunia, setiap budaya memiliki sistem pengobatan tradisional unik dan berbagai macam tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat. Tumbuhan obat memiliki zat aktif tertentu. Namun, mereka juga memiliki efek sinergi atau hasil dari berbagai zat yang berfungsi mengobati. Di bidang kesehatan, pengembangan teknologi yang lebih efisien diperlukan seiring perkembangan teknologi (Gonibala et al., 2022).

Dasar pertimbangan pada pengembangan teknologi untuk terapi farmasetis atau terapeutik terdiri dari tiga faktor utama yaitu menciptakan sistem yang efektif (*effectiveness*), menekan efek bahaya pada sistem jika diaplikasikan (*safety*), dan membuat agar sistem dapat diterima dengan baik oleh pasien (*acceptability*). Tiga faktor ini menghasilkan kemajuan yang pesat dalam upaya untuk mengembangkan teknologi penghantaran obat. Teknologi formulasi sediaan farmasi dan sistem penghantaran obat memegang peranan penting dalam proses penemuan terapi farmasetis baru pada publik (Martien et al., 2012). Dalam beberapa dekade terakhir, nanoemulsi telah mendapat perhatian besar dalam berbagai aplikasi karena struktur dan sifatnya yang unik. Nanoemulsi dengan ukuran kecil dan komponen yang mudah terdispersi dengan berbagai hidrofobisitas memiliki potensi besar untuk digunakan dalam industri seperti makanan, kosmetik, dan farmasi (Rizki et al., 2023).

Sistem penghantaran obat berbasis lipid yang stabil secara termodinamik yang disebut nanoemulsi terdiri dari minyak, surfaktan, kosurfaktan, dan air dalam bentuk tetesan yang berukuran nanometer. Ukuran droplet nanoemulsi sangat kecil, biasanya antara 20 dan 200 nm, dan merupakan salah satu jenis sediaan yang stabil dan transparan (Listyorini et al., 2015). Absorpsi, kelarutan lipofilik, dan bioavailabilitas obat dapat ditingkatkan melalui sistem penghantaran nanoemulsi. Sistem nanoemulsi memiliki permukaan yang lebih luas yang menghasilkan peningkatan luas permukaan dan energi bebas. Akibatnya, sistem penghantaran menjadi lebih efektif karena jumlah energi yang dibutuhkan lebih sedikit dan stabil secara termodinamika (Zubaydah et al., 2023).

Pengamatan organoleptis, uji stabilitas termal pada suhu 4–2 °C, 25–2 °C, dan 40–2 °C digunakan untuk menggambarkan karakterisasi nanoemulsi. Selama siklus *freeze-thaw*, formula nanoemulsi mengalami perubahan suhu yang signifikan. Gugus hidrofil di bagian kepala surfaktan akan membeku saat disimpan dalam mode *freeze* pada suhu -4 °C. Namun, saat dalam mode *thaw* pada suhu 25 °C, gugus tersebut akan kembali seperti semula untuk mengelilingi fase minyak kembali (Dwi Hanifah et al., 2022).

Tujuan dari kajian literatur ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang formulasi dan karakteristik nanoemulsi yang berbasis bahan alam dalam kaitannya dengan meningkatkan efektivitas terapeutik. Dengan merangkum berbagai penelitian terbaru, kajian literatur ini mencari parameter-parameter penting dalam karakterisasi nanoemulsi, seperti ukuran *droplet*, indeks dispersitas (PI), pH, dan viskositas. Parameter-parameter ini juga dihubungkan dengan hubungannya

dengan stabilitas dan efektivitas terapeutik. Tinjauan ini diharapkan dapat membantu peneliti dan praktisi meningkatkan kualitas dan efektivitas produk berbasis nanoemulsi.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka atau kajian literatur. Kajian literatur melibatkan pengumpulan data terkait tema tertentu dari berbagai sumber, termasuk penelitian, buku, situs web resmi, dan referensi lainnya. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah jurnal ilmiah yang telah terpublikasi tanpa batasan waktu, yang membahas nanoemulsi bahan alam sebagai peningkatan keefektifitasan terapeutik. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup jurnal ilmiah, baik nasional maupun internasional, yang diterbitkan sebelum tahun 2010 dan tidak membahas nanoemulsi bahan alam sebagai peningkatan keefektifitasan terapeutik.

2.1. Kajian Literatur

Tahapan dalam kajian literatur adalah langkah penting dalam penelitian. Langkah – langkah ini mengidentifikasi karakteristik dari nanoemulsi bahan alam yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan keefektifitasan terapeutik. Selain itu kajian ini menyelidiki bagaimana nanoemulsi bertindak sebagai agen terapeutik. Data ini mencakup jurnal, abstrak, dan informasi ilmiah yang relevan. Tujuan utama dari kajian literatur ini adalah untuk mengetahui penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait dengan masalah yang akan diteliti.

2.2. Penelusuran Jurnal

Berdasarkan penelusuran jurnal melalui situs seperti Google Scholar dan beberapa database jurnal seperti Portal Garuda, PubMed, dan ScienceDirect, peneliti menemukan 50 jurnal yang relevan dengan kata kunci yang digunakan. Setelah itu, peneliti melakukan skrining terhadap 35 jurnal, dan dari jurnal-jurnal tersebut, yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi adalah sebanyak 15 jurnal *full text* yang digunakan untuk kajian literatur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan studi literatur dari sumber jurnal, diketahui ekstrak bahan alam yang menggunakan teknologi nanoemulsi dengan surfaktan dan kosurfaktan yang digunakan serta karakteristik dan evaluasi yang dilakukan pada sediaan nanoemulsi ekstrak bahan alam tersebut. Dalam artikel ini ada dua pembahasan yang akan dipaparkan yaitu karakteristik nanoemulsi bahan alam dan Keefektifitasan nanoemulsi bahan alam dalam terapeutik.

3.1 Karakterisasi Nanoemulsi dari Bahan Alam

Nanoemulsi terdiri dari minyak, air, dan campuran surfaktan-kosurfaktan. Pemilihan komponen nanoemulsi seperti minyak, surfaktan dan kosurfaktan adalah bagian penting dari pembuatan sistem nanoemulsi yang stabil ((Nurfauziah & Rusdiana, 2018). Dalam karakterisasi nanoemulsi ukuran partikel sangat penting karena mempengaruhi kestabilan sistem nanoemulsi. Ukuran partikel ditunjukkan sebagai diameter dari globul-globul fase (Rusdi, 2017). Pada tabel 1 perbandingan karakterisasi dari nanoemulsi bahan alam yang dapat terlihat lebih jelas kesamaan hasil dari beberapa penelitian untuk nanoemulsi bahan alam.

Tabel 1. Perbandingan Formulasi, Karakterisasi Dan Evaluasi Yang Digunakan Pada Teknologi Nanoemulsi Ekstrak Bahan Alam

Bahan Alam	Surfaktan	Kosurfaktan	Karakterisasi	Evaluasi	Sumber
Daun Mangrove	Polisorbat 80	Sorbitol	Uji pH, uji organoleptik, uji turbiditas, ukuran droplet	Pemeriksaan tipe nanoemulsi, uji stabilitas metode <i>cycling test</i> , ukuran droplet, uji turbiditas	(Budiarto et al., 2021)
Daun Kelor	Tween 80	Propilen Glikol	Viskositas, pH, Uji Kelarutan	Studi uji kelarutan	(Jusnita & Nasution, 2019)
Daun Pala	Tween 80	Propilen Glikol	Uji organoleptis, Uji pH, viskositas	Studi uji sentrifugasi, uji <i>freeze-thaw cycle</i> , persen transmitan, distribusi ukuran partikel	(Rastuti et al., 2023)
Daun Pirdot	Tween 80	PEG 400	Uji pH, viskositas	Studi uji persen transmitan, uji sentrifugasi, uji kelarutan, uji aktivitas penghambatan enzim	(Nasiro et al., 2023)
Daun Kemangi	Tween 80	Sorbitol	Uji organoleptis, uji pH, uji viskositas,	Uji transmitan, penentuan partikel nanoemulsi, sentrifugasi dan <i>freeze thawing</i>	(Redhita et al., 2022)

Dalam tabel, berbagai bahan alam seperti daun mangrove, kelor, pala, pirdot, dan kemangi digunakan untuk pengembangan nanoemulsi dengan surfaktan utama Tween 80 dan Polisorbat 80 (untuk daun mangrove). Kosurfaktan seperti sorbitol, propilen glikol, dan PEG 400 digunakan untuk mendukung kestabilan emulsi dengan menurunkan tegangan antarmuka dan meningkatkan kelarutan bahan aktif. Beberapa parameter yang diuji meliputi uji organoleptik, pH, viskositas, serta uji stabilitas fisik seperti *freeze-thaw cycle*, sentrifugasi, dan uji turbiditas. Pengujian ini bertujuan memastikan nanoemulsi yang dihasilkan stabil secara fisik, aman, dan efektif untuk aplikasi pada kulit atau jaringan target.

Pada penelitian oleh Budiarto, et.al (2020) dengan karakterisasi dari ekstrak daun kelor menunjukkan bahwa Ukuran droplet rata-rata 25,4 nm (di bawah 100 nm), ditunjukkan oleh nanoemulsi ekstrak daun mangrove (*Avicennia marina*), dengan *Polydispersity Index* (PI) 0,433, yang menunjukkan distribusi ukuran yang homogen. Warna nanoemulsi kuning kecoklatan, aroma khas daun mangrove, dan bentuk semisolid, dengan konsentrasi Virgin Coconut Oil (VCO) 1,96 gram, menunjukkan kejernihan tinggi dengan transmittan 98,9% (Budiarto et al., 2021). Pada penelitian oleh Redhita, et. al (2022) dengan ekstrak daun kemangi menunjukkan warna, ukuran droplet dan *Polydispersity Index* (PI) yang sama dengan ekstrak daun mangrove. Pada penelitian Jusnita, et. al., (2019) bahwa daun kelor menunjukkan warna, ukuran droplet dan *Polydispersity Index* (PI) yang sama dengan ekstrak daun mangrove dan daun kemangi.

Pada penelitian Undri, et.al., (2023) melihat karakterisasi dan aktivitas nanoemulsi ekstrak daun pala untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi sebagai antibakteri. Uji organoleptis, pH, sentrifugasi, cycle freeze-thaw, viskositas dan persen transmisi adalah beberapa karakterisasi nanoemulsi. Pada penelitian Nasiro, et. al., (2023) dengan ekstrak daun pirdot menunjukkan Hasil menunjukkan nanoemulsi memiliki transmittan mendekati 100%, stabil tanpa pemisahan fase, pH 5-6, dan viskositas 1-3 cP. Nanoemulsi larut dalam metanol dan air, tetapi tidak larut dalam n-heksana, mencerminkan stabilitas polaritasnya Evaluasi dari ekstrak daun mangrove dengan Uji turbiditas menunjukkan bahwa nanoemulsi sesuai untuk aplikasi topikal. Selain itu, stabilitas diuji melalui uji sentrifugasi, yang menunjukkan bahwa sediaan tetap homogen tanpa pemisahan fase pada suhu 4 °C dan 40 °C. Ini menunjukkan bahwa sediaan ini efektif dan stabil untuk digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik (Budiarto et al., 2021). Pada ekstrak daun kemangi turbiditas menunjukkan transmittan 98,9% dengan pH 4,6-5,2. Uji stabilitas menunjukkan keseragaman tanpa pemisahan fase pada suhu yang sama dengan daun mangrove (Redhita et al., 2022). Pada ekstrak daun kelor turbiditas dan pH sama dengan daun kemangi. Uji stabilitas ekstrak daun kelor stabil dalam cycling test pada suhu yang sama yaitu 4°C dan 40°C tanpa pemisahan fase (Jusnita & Nasution, 2019).

Pada ekstrak bahan alam yang telah diteliti terdapat kesamaan pada uji stabilitas yang artinya nanoemulsi dari ke enam bahan alam ini merupakan sediaan yang efektif dan stabil untuk digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik. Nanoemulsi ekstrak daun pala memiliki kejernihan tinggi dan nilai transmittan hampir seratus persen; dibandingkan dengan emulsi konvensional, mereka memiliki karakteristik visual yang lebih stabil dan transparan. Nilai pH nanoemulsi berkisar antara 4,5 dan 7,5, sebanding dengan pH kulit, dan memiliki viskositas yang sesuai untuk penggunaan topikal. Ini membuat nanoemulsi lebih aman dan stabil untuk digunakan (Rastuti et al., 2023). Pada studi literatur tentang karakterisasi nanoemulsi bahan alam ditinjau dari evaluasi stabilitas dari keenam bahan alam nanoemulsi ini dapat digunakan tropikal dalam industri farmasi dan kosmetik. Secara keseluruhan, keenam bahan alam yang diteliti memiliki karakteristik stabilitas yang sama menunjukkan bahwa mereka dapat berfungsi sebagai formulasi nanoemulsi yang stabil dan efisien untuk berbagai tujuan.

3.2. Keefektifitasan Naoemulsi Bahan Alam dalam Terapeutik

Nanoemulsi ekstrak bahan alam meningkatkan bioavailabilitas zat dalam ekstrak, yang memungkinkan tubuh menyerap zat dengan lebih baik. Ini sangat penting untuk bahan alam dengan kelarutan rendah. Selain itu, partikel emulsifikasi yang kecil membuat zat aktif lebih mudah menembus lapisan kulit atau jaringan, meningkatkan keefektifitasan terapeutik (Budiarto et al., 2021). Droplet nanoemulsi yang sangat kecil (20-200 nm) meningkatkan luas permukaan, yang memungkinkan mereka masuk ke dalam sel atau jaringan dengan lebih baik. Nanoemulsi juga memiliki kemampuan untuk mengontrol pelepasan obat, yang memperpanjang efek pengobatan tanpa memerlukan dosis yang tinggi. Dalam pembuatan nanoemulsi dengan metode energi tinggi, penggunaan surfaktan yang lebih

rendah juga mengurangi risiko toksisitas dan iritasi, yang penting untuk aplikasi farmasi (Munawiroh et al., 2020).

Dalam penelitian terhadap ekstrak daun pirdot (*Saurauia vulkani*), pembuatan nanoemulsi ternyata lebih baik sebagai pengobatan diabetes. Nanoemulsi ini memudahkan penyebaran senyawa aktif pada skala nano, meningkatkan penetrasi dan ketersediaan zat aktif di dalam tubuh. Nanoemulsi daun pirdot menunjukkan penghambatan sebesar 80,41% pada konsentrasi tertentu dalam pengujian terhadap enzim α -amilase. Ini melampaui efektivitas ekstrak biasa, yang hanya mencapai sekitar 55,11% (Nasiro et al., 2023). Penelitian nanoemulsi menggunakan ekstrak etanol teh hijau dan minyak calendula sebagai komponen utama, berhasil mengembangkan sediaan nanoemulsi yang stabil dan transparan dengan ukuran globul yang ideal. Nanoemulsi ini menunjukkan stabilitas yang baik dalam uji stabilitas fisik, yang menjadikannya kandidat potensial untuk aplikasi topikal untuk meningkatkan kesehatan kulit dan memberikan perlindungan antioksidasi (Priani et al., 2024).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari studi literatur ini menunjukkan bahwa teknologi nanoemulsi pada ekstrak bahan alam, seperti daun mangrove, kelor, pala, pirdot, dan kemangi, memiliki keunggulan dalam karakterisasi dan keefektifannya sebagai sediaan terapeutik. Nanoemulsi yang dihasilkan menunjukkan stabilitas fisik yang baik, dengan parameter seperti ukuran droplet kecil (sekitar 20-200 nm), Polydispersity Index (PI) yang rendah, pH yang sesuai untuk aplikasi topikal, dan viskositas yang ideal. Penggunaan surfaktan dan kosurfaktan yang tepat, seperti Tween 80, Polisorbat 80, sorbitol, dan propilen glikol, berperan penting dalam membentuk sistem nanoemulsi yang stabil.

Dalam hal terapeutik, nanoemulsi meningkatkan bioavailabilitas dan penetrasi zat aktif, sehingga meningkatkan keefektifan pengobatan, terutama untuk bahan alam dengan kelarutan rendah. Misalnya, nanoemulsi daun pirdot menunjukkan aktivitas penghambatan enzim yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak biasa, menjadikannya lebih efektif dalam aplikasi diabetes. Secara keseluruhan, nanoemulsi ekstrak bahan alam ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut dalam industri farmasi dan kosmetik karena sifatnya yang stabil, aman, dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarto, W., Rochmah, N. N., & Setiyabudi, L. (2021). Formulasi Sediaan Nanoemulsi Ekstrak Daun Mangrove *Avicennia Marina* Dengan Virgin Coconut Oil Sebagai Fase Minyak. *Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal Of Pharmacy UMUS*, 2(01), 36–43. <https://doi.org/10.46772/jophus.v2i01.272>
- Dwi Hanifah, L., Fajar Pradipta, M., & Cahyandaru, N. (2022). Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Nanoemulsi Minyak Serai Wangi Dengan Metode Taguchi Sebagai Antijamur Pada Cagar Budaya. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya*, 16(2), 131–147. <https://doi.org/10.33374/jurnalkonservasicagarbudaya.v16i2.293>
- Gonibala, A. P., Mappa, M. R., & Kuna, M. R. (2022). Education Of Natural Material Processing As Alternative To Traditional Treatment In Muntoi Village, Bolaang Mongondow. *Community Engagement & Emergence Journal*, 3(3), 2022.
- Jusnita, N., & Nasution, K. (2019). Formulasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk). *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 165–170. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2019.008.03.1>
- Listyorini, Wijayanti, & Astuti, W. (2015). *Optimasi Pembuatan Nanoemulsi Virgin Coconut Oil*.
- Martien, R., Adhyatmika, Irianto, I. D. K., Farida, V., & Sari, D. P. (2012). Technology Developments Nanoparticles as Drug. *Majalah Farmaseutik*, 8(1), 133–144.

<https://jurnal.ugm.ac.id/majalahfarmaseutik/article/view/24067/15747>

- Munawiroh, S. Z., Handayani, F. S., & Nugroh, B. H. (2020). Optimasi Formulasi Nanoemulsi Minyak Biji Anggur Energi Tinggi dengan Box Behnken Design (BBD). *Majalah Farmasetika.*, 4(Suppl 1), 93–99. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v4i0.25864>
- Nasiro, S., Anjulita, R., Setiawan, E., Afriyandi, A., & Situmeang, B. (2023). Potensi Nanoemulsi Ekstrak Daun Pirdot (*Saurauia vulkani*) dalam Meningkatkan Aktivasi Enzim Alpha-Amilase sebagai Alternatif Terapi Diabetes Mellitus. *Jurnal Beta Kimia*, 3(2), 67–74. <https://doi.org/10.35508/jbk.v3i2.15164>
- Nurfauziah, R., & Rusdiana, T. (2018). Review: Formulasi Nanoemulsi Untuk Meningkatkan Kelarutan Obat Lipofilik. *Farmaka Suplemen*, 16(1), 352–360.
- Priani, S. E., Putri, C. A., Eka Darma, G. C., Mulkiya, K., & Syafnir, L. (2024). Formulasi Nanoemulsi Antioksidan Mengandung Ekstrak Etanol Teh Hijau dan Minyak Calendula. *Majalah Farmasetika*, 9(2), 193. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v9i2.51095>
- Rastuti, U., Soedirman, U. J., Soedirman, U. J., & Soedirman, U. J. (2023). (*Myristica Fragrans Houtt*) Serta Uji Aktivitasnya. 7, 33–44.
- Redhita, L. A., Beandrade, M. U., Putri, I. K., & Anindita, R. (2022). Formulasi Dan Evaluasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum Basilicum L.*) Dengan Variasi Konsentrasi Tween 80. *Jurnal Mitra Kesehatan*, 4(2), 80–91. <https://doi.org/10.47522/jmk.v4i2.134>
- Rizki, T., Yasni, S., Muhandri, T., & Yuliani, S. (2023). Sintesis Nanoemulsi dari Ekstrak Kulit Manggis dengan Metode Energi Tinggi. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 34(1), 109–118. <https://doi.org/10.6066/jtip.2023.34.1.109>
- Rusdi, M. (2017). Karakteristik Ukuran Partikel dan Indeks Polidispersitas Formulasi Nanoemulsi Pewarna Alam Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan Linn*). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 5(2), 114–127. <https://doi.org/10.36084/jpt.v5i2.132>
- Wa Ode Sitti Zubaydah, Astrid Indalifiany, Yamin, Suryani, Dian Munasari, Muhammad Handoyo Sahumena, & Sitti Raodah Nurul Jannah. (2023). Formulasi dan Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Etanol Buah Wualae (*Etlingera Elatior* (Jack) R.M. Smith). *Lansau: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 1(1), 22–37. <https://doi.org/10.33772/lansau.v1i1.4>