

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Pendidikan sains pada abad ke-21 menuntut pengembangan kompetensi esensial yang melampaui sekadar penguasaan konten teoretis. Keterampilan 4C—Berpikir Kritis (*Critical Thinking*), Kreativitas (*Creativity*), Kolaborasi (*Collaboration*), dan Komunikasi (*Communication*)—telah diakui secara fundamental sebagai bekal utama bagi mahasiswa untuk berhasil di lingkungan akademis dan dunia kerja yang kompleks (Herlinawati, dkk., 2024; Varadarajan & Ladage, 2024). Namun, pengajaran kimia di tingkat perguruan tinggi sering kali masih terjebak dalam metode tradisional yang berpusat pada hafalan dan praktikum prosedural, sehingga kurang memberikan ruang bagi mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan penalaran dan penyelidikan secara mandiri (García-Soto, dkk., 2022).

Untuk mengatasi kesenjangan ini, diperlukan sebuah desain eksperimen yang dapat memfasilitasi pembelajaran aktif. Etikan, (2016) mengemukakan bahwa sebelum pelaksanaan eksperimen, diperlukan perancangan desain eksperimen yang bertujuan untuk memperoleh hasil percobaan yang lebih optimal. Selain itu, desain eksperimen berperan dalam menyusun prosedur laboratorium yang sesuai dengan standar eksperimental yang telah ditetapkan, sehingga relevan dengan tujuan pembelajaran (Hannah, 2022).

Produk dari pengembangan desain eksperimen salah satunya adalah lembar kerja (LK), yang berfungsi sebagai instrumen pembelajaran dalam bidang kimia. Implementasi LK memungkinkan mahasiswa untuk mengasah keterampilan berpikir analitis, mengajukan pertanyaan, merumuskan jawaban, serta mengonstruksi hubungan konseptual dan melakukan evaluasi dalam rangka meningkatkan capaian pembelajaran (Yulia & Salirawati, 2023). Selain itu, LK juga dapat dimanfaatkan sebagai strategi pembelajaran yang mendorong optimalisasi pemahaman konsep serta meningkatkan kepercayaan diri mahasiswa dalam mengaplikasikan keterampilan yang dimilikinya (Desiana, dkk., 2022).

Implementasi LK pada pembelajaran berbasis masalah atau *Problem-Based Learning* (PBL) telah menjadi strategi pembelajaran yang populer untuk menjawab tantangan pendidikan modern (Sunarya, dkk., 2024). Pendekatan ini dirancang untuk mendorong mahasiswa agar belajar secara aktif, mandiri, dan relevan dengan keadaan nyata. Inti dari PBL adalah menempatkan mahasiswa sebagai pusat pembelajaran, di mana mereka bekerja sama dalam kelompok untuk memecahkan masalah yang kompleks dan nyata dengan bimbingan dari guru sebagai fasilitator (Arum & Hikmat, 2024; Yeni, 2021). Salah satu permasalahan atau topik relevan yang dapat diangkat dalam LK tersebut adalah mengenai pemanfaatan bahan alam.

Pemanfaatan bahan alam sebagai sumber senyawa bioaktif telah menjadi perhatian utama dalam berbagai bidang, termasuk pangan fungsional, farmasi, dan kosmetik. Bahan alam mengandung berbagai metabolit sekunder, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan terpenoid, yang memiliki aktivitas biologis penting. (Supratania, dkk., 2021). Senyawa-senyawa ini berperan sebagai antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, dan antikanker yang dapat mendukung kesehatan manusia secara keseluruhan. Dalam era modern ini, meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap produk alami yang aman dan ramah lingkungan semakin mendorong eksplorasi bahan alam sebagai alternatif sumber senyawa bioaktif dibandingkan dengan bahan sintesis (Villegas-Aguilar, dkk., 2020).

Salah satu bahan alam yang telah banyak diteliti adalah teh hijau (*Camellia sinensis*). Teh hijau (*Camellia sinensis*) merupakan komoditas perkebunan strategis yang berkontribusi besar terhadap perekonomian Indonesia, terutama sebagai sumber devisa melalui ekspor nonmigas (Salimah, dkk., 2023). Teh hijau (*Camellia sinensis*) memiliki beragam manfaat kesehatan berkat kandungan polifenolnya yang tinggi, salah satunya adalah Epigallocatechin gallate (EGCG) (Wang, dkk., 2022). Epigallocatechin gallate (EGCG) adalah senyawa bioaktif utama pada teh hijau yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi dan manfaat kesehatan, seperti antikanker, antiinflamasi, dan perlindungan terhadap penyakit kardiovaskular (Mokra, dkk., 2023).

Tingkat kematangan daun teh sangat menentukan kandungan polifenol (seperti EGCG) dan potensi aplikasinya. Daun teh muda (pucuk) memiliki konsentrasi

EGCG tertinggi, sering kali melebihi 15% berat keringnya, yang disebabkan oleh aktivitas biosintetik yang tinggi. Sebaliknya, daun teh yang lebih tua memiliki kadar polifenol yang lebih rendah (sekitar 5–8%) namun lebih kaya akan polisakarida dan serat, sehingga lebih cocok untuk digunakan dalam formulasi makanan fungsional. (Mokra, dkk., 2022).

Meskipun EGCG memiliki banyak manfaat kesehatan, rendahnya stabilitas dan bioavailabilitasnya juga menjadi tantangan dalam pemanfaatan teh hijau. EGCG dapat mengalami degradasi saat diseduh pada suhu tinggi atau disimpan dalam waktu lama, sehingga menurunkan efektivitasnya. Oleh karena itu, diperlukan strategi inovatif untuk meningkatkan stabilitas dan bioavailabilitas senyawa bioaktif tersebut agar manfaatnya tetap optimal (Priani, dkk., 2024).

Salah satu pendekatan modern yang menarik adalah pengembangan teknologi nanoemulsi. Nanoemulsi adalah teknologi modern berupa sistem emulsi minyak dalam air dengan ukuran droplet sangat kecil (di bawah 100 nm). Ukurannya yang kecil ini memberikan beberapa keuntungan utama, seperti stabilitas yang tinggi serta peningkatan bioavailabilitas (kemampuan tubuh menyerap zat) dan kelarutan senyawa aktif yang dibawanya (Dammak, dkk., 2020). Teknologi ini dimanfaatkan dalam bidang farmasi sebagai sistem penghantaran obat untuk zat yang sukar larut. Selain itu, nanoemulsi juga digunakan untuk melindungi senyawa bioaktif (seperti katekin teh) dari kerusakan akibat suhu dan oksidasi, sekaligus meningkatkan kelarutan dan penyerapannya di dalam tubuh (Peng, dkk., 2018).

Pemanfaatan bahan alam seperti teh hijau melalui teknologi nanoemulsi tidak hanya mendukung pelestarian sumber daya alam tetapi juga menciptakan produk inovatif dengan nilai tambah tinggi. Dengan kombinasi antara ilmu kimia bahan alam dan teknologi modern seperti nanoemulsi, potensi teh hijau sebagai sumber senyawa bioaktif dapat dimaksimalkan untuk berbagai aplikasi di bidang pangan fungsional, kosmetik alami, hingga farmasi berbasis bahan alam.

Pembuatan nanoemulsi ekstrak teh hijau sangat cocok diterapkan dalam pembelajaran kimia melalui pengembangan sebuah LK eksperimen berbasis masalah. Lembar kerja ini bertujuan membimbing mahasiswa dalam melakukan kegiatan praktikum secara mandiri sekaligus meningkatkan pemahaman mengenai

materi pemanfaatan bahan alam. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Pratiwi, dkk., (2018) bahwa LK eksperimen dapat membimbing peserta didik dalam melakukan kegiatan praktikum secara mandiri, sehingga dapat membantu memahami suatu permasalahan yang sedang diteliti. Tahapan prosedur dari pembuatan nanoemulsi ekstrak teh yang dicantumkan dalam LK dapat dibuat terlebih dahulu desain eksperimennya dengan tujuan untuk mendapatkan prosedur yang cocok diterapkan dalam LK praktikum kimia.

Beberapa penelitian terdahulu mengenai pengembangan LK yaitu penelitian dari Yeni, (2021) menunjukan lembar kerja siswa kimia berbasis PBL layak digunakan dengan berdasarkan nilai koefisien alpha rata-rata 0,95 atau sangat tinggi. Kemudian penelitian Rokhmah & Madlazim (2015) mengembangkan LK berbasis inkuiri tentang energi terbarukan yang bertujuan melatih keterampilan eksperimen siswa. Hasilnya menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi, yaitu 87,5%, serta keterbacaan yang sangat baik menurut respon siswa (83,5%). Serupa dengan itu, penelitian oleh Efliana & Azhar (2019) menghasilkan LK berbasis inkuiri terstruktur untuk materi laju reaksi di kelas XI SMA. Lembar kerja tersebut terbukti memiliki tingkat validitas dan kepraktisan yang tinggi, dengan skor rata-rata masing-masing sebesar 0,87.

Penelitian Pramesti & Yonata (2025) menunjukan lembar kerja yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Keefektifan ini ditunjukkan oleh skor N-Gain sebesar 0,90 (kategori tinggi), yang menandakan adanya peningkatan signifikan setelah penggunaan E-LKPD. Kemudian, penelitian Agustina, dkk., (2024) menunjukan bahwa pembelajaran di laboratorium secara langsung efektif dalam meningkatkan keterampilan kolaborasi mahasiswa dengan skor rata-rata N-Gain sebesar 0,53. Penelitian Loka, dkk., (2025) menunjukan bahwa desain eksperimen pada materi kimia bahan alam terbukti lebih efektif meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dibandingkan dengan pendekatan laboratorium konvensional dengan perbedaan nilai N-Gain masing-masing yaitu 0,34 (sedang) dan 0,27 (rendah).

Penelitian terkait pemanfaatan nanoemulsi pada ekstrak bahan alam sudah banyak dilakukan. Pada penelitian Jusnita & Nasution (2019) menunjukkan bahwa

nanoemulsi dengan konsentrasi ekstrak daun kelor 20% menghasilkan ukuran partikel rata-rata sebesar 7,9 nm, viskositas 13,17 cP, dan pH 7,10, serta larut sempurna dalam etanol, metanol, dan air. Pada penelitian Priani dkk. (2024), Sediaan nanoemulsi yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik yang baik, ditandai dengan penampilan yang transparan, ukuran globul rata-rata $15,97 \pm 0,49$ nm, dan indeks polidispersitas (PDI) sebesar $0,29 \pm 0,01$, yang menunjukkan homogenitas sistem. Selain itu, sediaan nanoemulsi juga menunjukkan stabilitas yang baik.

Berdasarkan pembahasan diatas dan referensi yang dicantumkan, maka diperlukan desain eksperimen berbasis masalah pada pembuatan nanoemulsi dari ekstrak teh hijau. Pembuatan desain ini bertujuan untuk memfasilitasi pemahaman mahasiswa mengenai materi pemanfaatan bahan alam dalam konteks pembuatan sediaan cair. Pembuatan nanoemulsi dari bahan alam yang merupakan aplikasi pemanfaatan bahan alam bidang kosmetikal dalam kehidupan sehari-hari. Penerapan proses praktikumnya dilakukan dengan bantuan lembar kerja yang dapat membimbing mahasiswa dalam menyelesaikan suatu masalah, maka akan dilakukan penelitian bersumber pada latar belakang yang telah diuraikan berjudul "**Desain Eksperimen Berbasis Masalah pada Pembuatan Nanoemulsi Minyak Bunga Matahari dari Ekstrak Teh Hijau (*Camellia sinensis*)**".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana tampilan lembar kerja eksperimen berbasis masalah pada pembuatan nanoemulsi dari ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) untuk penguatan keterampilan abad 21 ?
- b. Bagaimana hasil uji validasi dan uji kelayakan lembar kerja eksperimen berbasis masalah pada pembuatan nanoemulsi dari ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) untuk penguatan keterampilan abad 21?
- c. Bagaimana karakteristik dari nanoemulsi dengan ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) berdasarkan tingkat kematangan daun?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mendeskripsikan tampilan lembar kerja eksperimen berbasis masalah pada pembuatan nanoemulsi dengan ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) dalam penguatan keterampilan abad 21.
- b. Menganalisis hasil uji validasi dan uji kelayakan lembar kerja eksperimen berbasis masalah pada pembuatan nanoemulsi dengan ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) dalam penguatan keterampilan abad 21.
- c. Menganalisis karakteristik dari nanoemulsi dengan ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) berdasarkan tingkat kematangan daun.

D. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

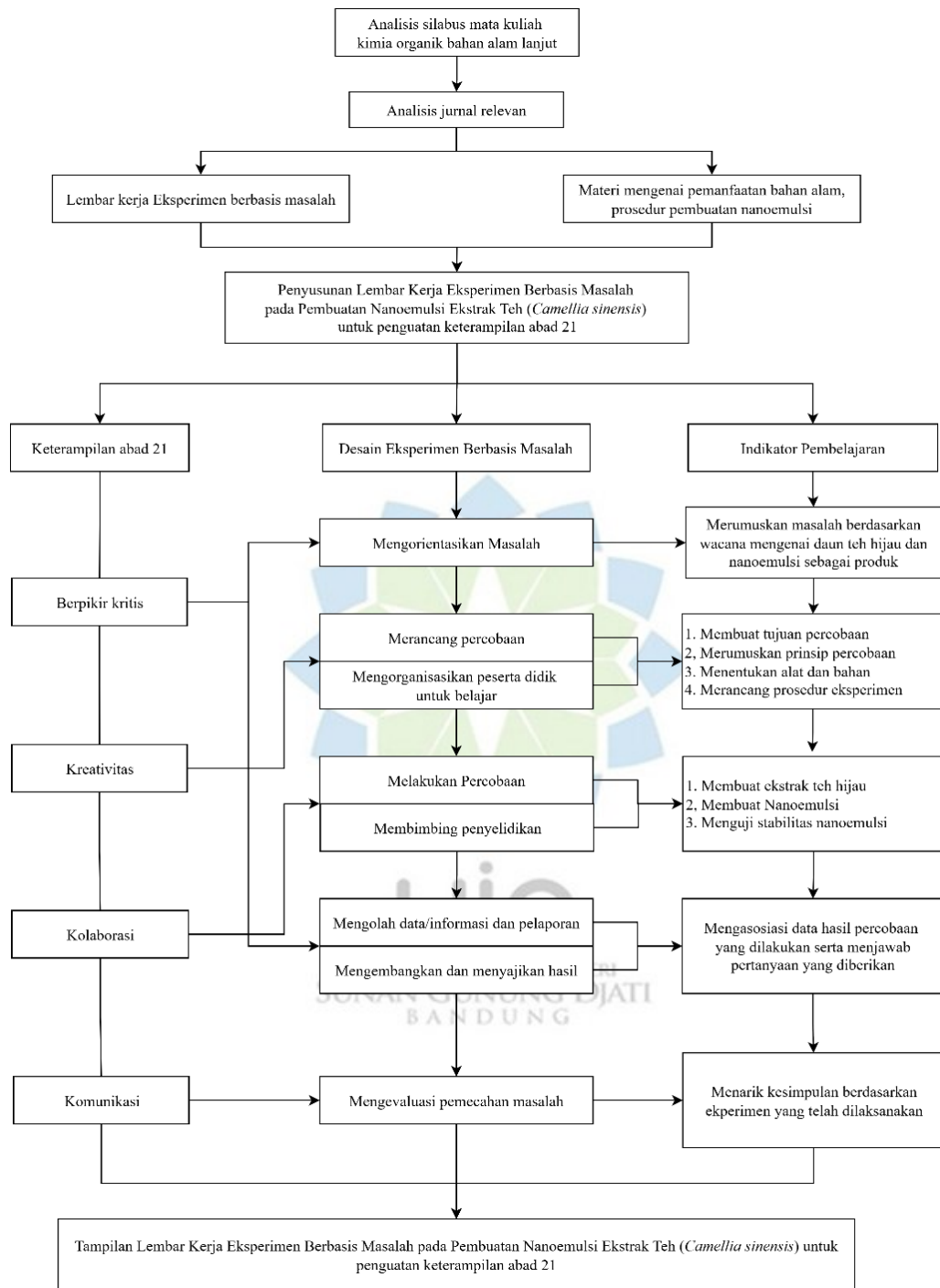
1. Meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap pemanfaatan bahan alam khususnya dalam konteks pembuatan nanoemulsi dari ekstrak teh hijau. Dengan menggunakan desain eksperimen berbasis masalah, siswa dapat belajar secara langsung melalui praktik, sehingga konsep yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami.
2. Meningkatkan standar pembelajaran untuk memastikan pengalaman belajar lebih substansial dan mengadopsi model pembelajaran inovatif untuk mencapai efektivitas pembelajaran yang lebih tinggi.
3. Memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa dalam pembuatan nanoemulsi, sehingga meningkatkan keterampilan laboratorium mereka dan mempersiapkan mereka untuk tantangan di dunia kerja serta mendukung penerapan metode pembelajaran inovatif yang relevan dengan Kurikulum Merdeka yaitu terkait keterampilan abad ke-21 yaitu mendorong berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi dan komunikasi..

E. Kerangka Berpikir

Penelitian ini didasarkan pada hasil analisis jurnal-jurnal yang berkaitan dengan pokok bahasan. Pada konsep nanoemulsi, pembelajaran tidak cukup hanya

dengan teori sehingga diperlukan metode pembelajaran praktikum sebagai pendukung. Maka, dibuat desain eksperimen pada pembuatan nanoemulsi sebagai produk dari materi pemanfaatan bahan alam. Nanoemulsi (NE) adalah sistem emulsi yang terdiri dari dua atau lebih fase yang tidak saling bercampur, biasanya minyak yang terdispersi dalam air, dengan ukuran droplet di bawah 100 nanometer (nm).

Formulasi komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan nanoemulsi berpengaruh terhadap karakteristik emulsi yang dihasilkan. Pada penelitian ini, nanoemulsi yang akan dibuat ditambahkan ekstrak teh hijau. Penelitian ini terintegrasi pada pembelajaran berbasis masalah sehingga pada prosesnya terdapat tahapan-tahapan yang dilakukan untuk meningkatkan pemahaman konsep abstrak menjadi lebih nyata seperti pada konsep pemanfaatan bahan alam. Pada penelitian ini, akan dikembangkan suatu lembar kerja eksperimen yang bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan praktikum. Didalamnya juga terdapat beberapa pertanyaan yang dapat digunakan untuk menguji pemahaman mahasiswa mengenai nanoemulsi. Setelah lembar kerja dibuat, maka dilakukan uji validasi terhadap dosen ahli yang selanjutnya lembar tersebut diterapkan pada mahasiswa dalam skala terbatas. Oleh karena itu, proses validasi dan uji kelayakan yang akan dilakukan tidak hanya bertujuan untuk menilai kejelasan dan kesesuaian materi Lembar Kerja, tetapi juga untuk mendapatkan penilaian ahli dan pengguna mengenai potensi desain pembelajaran yang dirancang untuk memfasilitasi keterampilan abad ke-21. Dengan demikian, hasil validasi dapat menjadi indikator awal bahwa produk yang dikembangkan memang selaras dengan tujuan penguatan keterampilan 4C. Gambaran umum kerangka penelitian desain eksperimen berbasis masalah pada pembuatan nanoemulsi dengan ekstrak teh hijau tertera pada Gambar 1. 1.



Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Yeni (2021) menunjukkan bahwa lembar kerja siswa kimia berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) sangat layak untuk digunakan. Kelayakan ini dibuktikan dengan perolehan nilai koefisien alpha Cronbach rata-rata sebesar 0,95, yang mengindikasikan bahwa instrumen yang dikembangkan memiliki tingkat keandalan atau konsistensi yang sangat tinggi.

Lalu, penelitian Rokhmah & Madlazim (2015) menunjukkan bahwa pengembangan Lembar Kerja (LK) berbasis inkuiri pada materi energi terbarukan berhasil menjadi media yang sangat layak dan mudah dipahami. Hasil penilaian kelayakan oleh ahli mencapai 87,5%, dan LK tersebut terbukti mudah dibaca oleh siswa dengan skor respon keterbacaan sebesar 83,5% (kategori sangat baik).

Penelitian yang dilakukan oleh Efliana & Azhar (2019) menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis inkuiri terstruktur untuk materi laju reaksi berhasil memenuhi kriteria sebagai media pembelajaran yang berkualitas. Lembar kerja yang dikembangkan terbukti memiliki tingkat validitas dan kepraktisan yang tinggi, dengan perolehan skor rata-rata masing-masing sebesar 0,87.

Pemanfaatan nanoemulsi pada ekstrak bahan alam sudah banyak dilakukan. Pada penelitian Jusnita & Nasution (2019) menunjukkan bahwa nanoemulsi dengan konsentrasi ekstrak daun kelor 20% menghasilkan ukuran partikel rata-rata sebesar 7,9 nm, viskositas 13,17 cP, dan pH 7,10, serta larut sempurna dalam etanol, metanol, dan air. Sebaliknya, nanoemulsi dengan konsentrasi 30% memiliki ukuran partikel rata-rata yang lebih besar, yaitu 26,2 nm, dan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 20%.

Penelitian Pramesti & Yonata (2025) menunjukkan bahwa lembar kerja yang dikembangkan berhasil meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa secara efektif. Siswa yang menggunakan E-LKPD menunjukkan peningkatan kemampuan yang signifikan, yang dibuktikan dengan perolehan skor N-Gain sebesar 0,90 dalam kategori tinggi.

Penelitian yang dilakukan Agustina, dkk. (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran secara langsung di laboratorium berhasil meningkatkan keterampilan kolaborasi mahasiswa. Keberhasilan ini terlihat dari adanya peningkatan

kemampuan kolaborasi mahasiswa setelah mengikuti praktikum, dengan skor rata-rata N-Gain sebesar 0,53.

Penelitian Loka, dkk. (2025) menunjukkan bahwa desain eksperimen baru pada materi kimia bahan alam terbukti lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Mahasiswa yang menggunakan desain eksperimen baru menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dengan nilai N-Gain 0,34 dibandingkan dengan mahasiswa yang menggunakan metode laboratorium konvensional dengan nilai N-Gain 0,27.

Pada penelitian Priani, dkk. (2024), Sediaan nanoemulsi yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik yang baik, ditandai dengan penampilan yang transparan, ukuran globul rata-rata $15,97 \pm 0,49$ nm, dan indeks polidispersitas (PDI) sebesar $0,29 \pm 0,01$, yang menunjukkan homogenitas sistem. Selain itu, sediaan nanoemulsi juga menunjukkan stabilitas yang baik.

Pada penelitian Rastuti, dkk., (2023) juga menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak atsiri daun pala (*Myristica fragrans* Houtt) dan menguji aktivitas antibakterinya terhadap *Propionibacterium acnes*. Nanoemulsi dengan konsentrasi 1%, 3%, dan 5% memiliki penampilan jernih, berwarna kuning, berbau aromatik, serta stabil dengan pH aman untuk kulit (5,86–5,90). Viskositas meningkat seiring kenaikan konsentrasi minyak, sementara ukuran partikel nano (<100 nm) hanya terpenuhi pada konsentrasi 1% dan 3%. Uji antibakteri menunjukkan bahwa semua nanoemulsi menghasilkan zona hambat lebih besar dibandingkan emulsi, dengan efektivitas terbaik pada konsentrasi 5% (14,805 mm). Hasil ini menunjukkan potensi nanoemulsi minyak daun pala sebagai agen antibakteri untuk pengobatan jerawat.