

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Dewasa ini, masyarakat cenderung menggunakan obat tradisional seperti jamu, obat herbal dan tanaman biofarmaka untuk pengobatan, pencegahan penyakit, dan perawatan kesehatan. Hal ini didukung dengan adanya Surat Edaran Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan Nomor: HK.02.02/IV.2243/2020 Tentang Pemanfaatan Obat Tradisional Untuk Pemeliharaan Kesehatan, Pencegahan Penyakit, dan Perawatan Kesehatan (Kementerian Kesehatan, 2020).

Provinsi Lampung merupakan daerah yang sebagian datarannya mempunyai kondisi geografis berbukit dan udara sejuk, sehingga menunjang untuk dijadikan wilayah pertanian tanaman hortikultura terutama untuk tanaman obat-obatan (biofarmaka). Salah satu tanaman biofarmaka yang dikembangkan adalah jahe merah. Produksi jahe merah di provinsi Lampung pada tahun 2021 sebesar 4.085.442 kg. Daerah sentra produksi jahe merah adalah Kabupaten Lampung Utara, Pesisir Barat dan Lampung Timur yang secara kumulatif mampu memproduksi jahe merah 64,87 persen dari total produksi Provinsi Lampung (BPS Provinsi Lampung, 2021).

Jahe merah merupakan salah satu tanaman biofarmaka yang dimanfaatkan sebagai obat herbal. Jahe merah biasanya digunakan untuk mengatasi perut kembung, penghangat badan, menyembuhkan iritasi, obat sakit kepala, masuk angin, dan menambah nafsu makan (*stimulansia*). Jahe merah mengandung gingerol dan shogaol yang berfungsi sebagai *immunomodulatory*, antiinflamasi dan antioksidan yang dapat meredakan gejala peradangan pada paru-paru akibat virus Corona (Reddy, 2020).

Salah satu produk olahan jahe merah yang dimanfaatkan dalam dunia industri yaitu oleoresin. Oleoresin terdiri dari campuran resin dan minyak atsiri. Resin merupakan senyawa aktif atau metabolit sekunder yaitu fenol, yang terdiri dari gingerol, shogaol, dan zingerone yang bersifat memberikan rasa pedas dan

berfungsi sebagai antioksidan alami. Sedangkan minyak atsiri jahe merah adalah senyawa volatil bersifat mudah menguap yang dapat memberikan karakteristik aroma jahe (Fakhrudin, *et al.*, 2015). Oleoresin jahe merah bisa digunakan sebagai bahan tambahan pangan dalam pembuatan permen, bumbu masakan, dan obat herbal seperti jamu (Helmalia, *et al.*, 2019).

Oleoresin dimanfaatkan di bidang industri makanan, industri pertanian, farmasi dan kosmetik dalam bentuk emulsi. Namun, emulsi memiliki kelemahan yaitu bersifat tidak stabil. Emulsi mudah dipengaruhi oleh lingkungan seperti suhu, panas dan cahaya (Jayanudin, *et al.*, 2019). Emulsi juga bersifat hidrofobik yaitu sukar larut dalam air, sulit terdispersi, kecepatan, daya serap rendah dan mengurangi kemampuannya sebagai agensia cita rasa (Hosseini, *et al.*, 2021).

Salah satu alternatif untuk mengatasi kelemahan emulsi oleoresin jahe merah yaitu dengan mengolah oleoresin dalam bentuk nanoemulsi (Çinar, 2017). Nanoemulsi merupakan campuran dari fase minyak, air dan surfaktan yang memiliki ukuran partikel 1-1000 nm (Jonassen, 2014). Nanoemulsi mampu meningkatkan kelarutan, bioavailabilitas bahan aktif, daya serap dan memperbaiki sifat sensoris sehingga bersifat lebih stabil (Hosseini, *et al.*, 2021).

Teknik pembuatan nanoemulsi dibagi menjadi dua, yaitu emulsifikasi energi tinggi atau *High-Energy Emulsification* (HEE) yang meliputi homogenisasi tekanan tinggi, mikrofluidisasi, ultrasonikasi, dan emulsifikasi energi rendah atau *Low-Energy Emulsification* (LEE) yang meliputi emulsifikasi spontan, evaporasi pelarut, dan fase inversi (Kale & Deore, 2017).

Ultrasonikasi adalah salah satu metode dalam pembuatan nanoemulsi yang menggunakan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik memiliki frekuensi melebihi batas pendengaran manusia yaitu diatas 20 kHz (Yuliasari, *et al.*, 2014). Efek fisik ultrasonikasi dengan intensitas tinggi adalah menyebabkan terjadinya emulsifikasi. Penggunaan gelombang ultrasonik dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan pergerakan fase minyak ke fase cair dalam bentuk droplet sehingga meningkatkan tekanan dalam cairan, akibatnya terjadi pemecahan droplet minyak menjadi berukuran yang lebih kecil dan terdispersi sempurna dalam fase cair (Kentish, *et al.*, 2018).

Sejauh ini, penelitian dalam pembuatan nanoemulsi jahe menggunakan HEE yaitu homogenizer ultra turrax (Noor, *et al.*, 2015), LEE dengan emulsifikasi spontan (Faradisa, 2020) dan fase inversi (Redha, *et al.*, 2021). Adapun penelitian tentang karakteristik nanoemulsi pada oleoresin jahe merah telah dilaporkan Redha, *et al.*, (2020) meliputi aktivitas antiradikal DPPH dan Noor, *et al.*, (2015) menganalisa tentang ukuran partikel, viskositas dan daya larut nanoemulsi gingerol.

Informasi tentang pembuatan nanoemulsi oleoresin jahe merah menggunakan ultrasonikasi masih terbatas untuk itu penulis menerapkan teknik HEE yaitu ultrasonikasi dalam pembuatan nanoemulsi oleoresin jahe merah. Penggunaan ultrasonikasi akan berpengaruh terhadap karakteristik nanoemulsi sehingga penting dilakukan analisa karakteristik nanoemulsi seperti ukuran partikel, indeks polidispersitas, daya larut, aktivitas antioksidan, total fenol, kadar gingerol dan mikrostruktur sehingga nanoemulsi oleoresin jahe merah bisa menjadi bahan baku dalam pembuatan obat herbal, jamu, suplemen, dan bahan tambahan pangan dalam pembuatan kue dan permen yang memiliki karakteristik lebih baik dan efisien jika dibandingkan dengan oleoresin yang belum berbentuk nanoemulsi. Nanoemulsi oleoresin jahe merah berpotensi sebagai pangan fungsional karena mengandung komponen bioaktif yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Menurut (Yuliasari, *et al.*, 2014) aplikasi nanoteknologi untuk pangan fungsional dapat mendukung diversifikasi pangan untuk mencapai ketahanan pangan.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh HEE menggunakan ultrasonikasi terhadap karakteristik nanoemulsi oleoresin jahe merah yang meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas, daya larut, aktivitas antioksidan, kandungan total fenol, kandungan gingerol, dan mikrostruktur droplet.

1.3 Kerangka Pemikiran

Jahe merah mengandung oleoresin yang berkontribusi terhadap beragam khasiat pengobatan karena di dalam oleoresin terdapat komponen utama yaitu gingerol dan komponen lain seperti shogaol dan zingeron (Kartini & Pratama, 2017). Oleoresin jahe merah lebih tinggi dibandingkan jahe gajah dan jahe emprit, sehingga sering digunakan untuk obat herbal (Verawati, *et al.*, 2021).

Dalam industri pangan, oleoresin jahe merah digunakan untuk flavor jahe pada permen, minuman keras dan saos (Fakhrudin, *et al.*, 2015). Oleoresin mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan menggunakan rempah-rempah dalam bentuk aslinya. Oleoresin bebas dari kontaminasi mikroba, mengandung antioksidan alami, flavor dan warnanya seragam serta memudahkan dalam penyimpanan dan transportasi. Selain itu, penggunaan oleoresin lebih efisien karena untuk mendapatkan tingkat flavor yang diinginkan hanya memerlukan oleoresin dalam jumlah sedikit jika dibandingkan menggunakan rempah-rempah dalam bentuk serbuk (Korua, 2020).

Oleoresin diperoleh melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut organik. Maserasi merupakan metode yang cukup baik untuk mengekstrak gingerol dan shogaol dari jahe karena tidak menggunakan suhu tinggi. Maserasi bertingkat merupakan salah satu metode ekstraksi bertahap untuk memperoleh ekstrak yang optimal (Srikandi, *et al.*, 2020).

Oleoresin jahe merah biasanya dimanfaatkan dalam bentuk emulsi, tetapi emulsi bersifat hidrofobik, sukar terdispersi, daya serap rendah dan tidak stabil karena mudah dipengaruhi oleh lingkungan (Jayanudin, *et al.*, 2019). Untuk mengatasi hal tersebut, emulsi oleoresin diubah menjadi bentuk nanoemulsi sehingga mampu meningkatkan daya larut, bioavailabilitas bahan aktif, dan daya serap, serta memperbaiki sifat sensoris dan bersifat lebih stabil (Jusnita & Syurya, 2019).

Penelitian ini menerapkan teknik *High Energy Emulsification* (HEE) menggunakan ultrasonikasi untuk membuat nanoemulsi oleoresin jahe merah. Kelebihan dari metode ultrasonikasi yaitu proses sederhana, lebih cepat dan efisien dalam menghasilkan partikel berukuran nano dibandingkan dengan metode konvensional (Prihantini, *et al.*, 2019). Pembuatan nanoemulsi dengan metode

ultrasonikasi belum diterapkan pada pembuatan nanoemulsi jahe merah. Tetapi sudah dilakukan pada komoditi daun binahong (Suciati, *et al.*, 2018), buah parijoto (Amilotussholihah, 2020) dan minyak kepayang (Rismarika, *et al.*, 2020).

Suciati, *et al.*, (2018) melaporkan waktu sonikasi yang digunakan untuk menghasilkan ukuran partikel < 400 nm nanoemulsi ekstrak daun binahong dan konjugat AG-Kitosan selama 32-42 menit. Amilotussholihah (2020) menghasilkan nanopartikel buah parijoto berukuran partikel 135,4 nm pada waktu sonikasi 60 menit. Sedangkan Rismarika, *et al.*, (2020) melaporkan bahwa ukuran partikel minyak kepayang antara 10,93-13,43 nm pada waktu sonikasi 40 menit.

Penggunaan bantuan gelombang ultrasonik dalam alat ultrasonikator dapat meningkatkan rendemen jika menggunakan frekuensi berkisar 20-40 kHz (Suhendra, *et al.*, 2019). Seperti halnya dalam penelitian Amilotussholihah (2020) menggunakan frekuensi 40 kHz untuk nanopartikel buah parijoto dan Prasetya, *et al.*, (2019) menggunakan frekuensi 30 kHz untuk nanoemulsi lengkuas.

Karakterisasi nanoemulsi oleoresin telah dilakukan oleh Harmi (2014), Noor, *et al.*, (2018), dan Redha, *et al.*, (2020). Dari hasil penelitian tersebut nanoemulsi lebih efektif meningkatkan daya larut, bioavailabilitas dan meningkatkan sifat sensori. Untuk itu, penggunaan teknik HEE menggunakan ultrasonikasi dalam pembuatan nanoemulsi oleoresin jahe merah sangat penting dilakukan pengujian karakteristiknya, yaitu yang meliputi kandungan bioaktif seperti gingerol, aktivitas antioksidan, total fenol, daya larut, ukuran partikel dan mikrostruktur droplet sehingga nanoemulsi dapat memperbaiki sifat fisik, biokimia, dan sensori oleoresin jahe merah.

1.3 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka hipotesis yang diajukan dari penelitian ini yaitu aplikasi teknik *High Energy Emulsification* (HEE) menggunakan ultrasonikasi pada pembuatan nanoemulsi oleoresin jahe merah berpengaruh terhadap karakteristik nanoemulsi oleoresin jahe merah yang meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas, daya larut, aktivitas antioksidan, kandungan total fenol, kandungan gingerol, dan mikrostruktur droplet.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam berbagai bidang antara lain sebagai berikut:

a. Bidang Akademisi

Sebagai informasi tentang karakteristik nanoemulsi oleoresin jahe merah yang meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas, daya larut, aktivitas antioksidan, kandungan total fenol, kandungan gingerol, dan mikrostruktur droplet yang menerapkan teknik *High Energy Emulsification* (HEE) menggunakan ultrasonikasi.

b. Bidang Farmasi

Nanoemulsi oleoresin jahe merah bisa menjadi *raw material* dalam pembuatan obat herbal dan suplemen berbasis jahe yang mempunyai daya larut, daya serap dan bioavailabilitas tinggi sehingga lebih efektif dan efisien.

c. Bidang Industri

1. Nanoemulsi oleoresin jahe merah bisa menjadi inovasi baru dalam pengembangan produk-produk minuman herbal di industri jamu, suplemen, dan obat tradisional yang memiliki tingkat efektivitas yang tinggi.
2. Nanoemulsi oleoresin jahe merah bermanfaat menjadi bahan tambahan di industri-industri pengolahan pangan fungsional berbasis jahe merah sehingga menghasilkan diversifikasi produk pangan untuk mencapai ketahanan pangan.
3. Nanoemulsi oleoresin bisa dimanfaatkan dalam industri yang bergerak di bidang kesehatan sebagai bahan untuk balsam herbal, minyak *roll on* herbal, koyo, obat oles, parem gosok, dan aroma terapi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jahe Merah

Jahe merah (*Zingiber officinale* Linn. var. *rubrum*) merupakan tanaman obat yang termasuk dalam suku temu-temuan (*zingiberaceae*). Tinggi tanaman jahe merah antara 30-100 cm, daunnya sempit, berwarna hijau, bunganya kuning kehijauan dengan bibir bunga ungu gelap, rimpangnya berwarna merah, dan akarnya bercabang-cabang, berwarna kuning dan berserat (Kartini & Pratama, 2017). Jahe merah dipanen pada umur 10-12 bulan setelah tanam yang ditandai dengan daun-daun jahe mulai menguning dan mengering (Wagiono, *et al.*, 2020).

Jahe merah mengandung komponen minyak menguap (*volatile oil*), minyak tak menguap (*non-volatile oil*) dan pati. Minyak menguap disebut minyak atsiri, yaitu komponen pemberi aroma khas. Sedangkan minyak yang tak menguap disebut oleoresin, yang merupakan komponen pemberi rasa pedas dan pahit (Oktora, *et al.*, 2017).

2.1.1 Minyak Atsiri Jahe Merah

Minyak atsiri merupakan *volatile oil* atau *essential oil* dalam jahe merah yang diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan destilasi. Minyak atsiri jahe merah tersusun dari unsur-unsur n-nonylaldehyde, d-champene, cineol, geraniol, dan zingiberene yang merupakan sumber bahan baku dalam industri farmasi dan obat-obatan. Rata-rata kandungan minyak atsiri dalam jahe merah kering sekitar 1-3%. Komponen minyak atsiri yang menyebabkan bau harum pada jahe merah adalah zingiberen dan zingiberol (Kartini & Pratama, 2017). Sedangkan, menurut (Fakhrudin, *et al.*, (2015) komponen minyak atsiri jahe merah adalah apinene, camphene, phellendrene, mycene, cineol, methytheptenone, borneol, linalool, citral, C₁₀ dan Ca-aldehyd, a dan b-zingiberone, a-curcumene, farnesene, dan sesquiterpene alkohol yang memberikan karakteristik aroma jahe.

2.1.2 Oleoresin Jahe Merah

Oleoresin merupakan *non-volatile oil* yang memberi rasa pedas pada jahe merah. Kandungan oleoresin jahe merah segar berkisar antara 0,4-3,1 % (Kartini & Pratama, 2017). Oleoresin adalah campuran resin dan minyak atsiri yang diperoleh dengan cara ekstraksi serbuk jahe menggunakan pelarut organik. Resin terdiri dari komponen-komponen aktif berupa fenol seperti gingerol, shogaol, dan zingerone; yang memberikan rasa pedas. (Fakhrudin, *et al.*, 2015).

Sifat fisik oleoresin jahe merah seperti minyak kental sampai berbentuk pasta. Sifat ini membuat oleoresin sulit bercampur dengan makanan, sehingga untuk membantu pencampuran sering ditambahkan pelarut yang diijinkan seperti propylene glycol atau minyak sayur (Oktora, *et al.*, 2017). Dalam industri pangan, oleoresin digunakan dalam bentuk campuran minyak untuk flavor jahe. Flavor jahe berupa cairan coklat kemerahan dengan bau khas jahe. Penggunaan oleoresin tersebut memiliki kelebihan dalam hal keseragaman (konsentrasi, rasa, dan aroma), umur simpan, penyimpanan yang mudah, serta keamanan dari kontaminasi mikrobiologis. Selain menimbulkan rasa pedas jahe, oleoresin juga bersifat higienis, mengandung antioksidan alami, dan bebas enzim (Fakhrudin, *et al.*, 2015).

Untuk menghasilkan oleoresin dengan rendemen yang tertinggi maka ekstraksi dilakukan dengan ukuran serbuk jahe sebesar 20-50 mesh dan rasio pelarut 1:3. Ekstraksi dilakukan secara bertingkat dengan menggunakan pelarut etanol selama 72 jam. Oleoresin yang dihasilkan dari proses ekstraksi tersebut masih mengandung pelarut organik, sehingga pelarut ini harus dihilangkan dengan diuapkan menggunakan cara rotary evaporator (Fakhrudin, *et al.*, 2015).

2.2 Antioksidan Jahe Merah

Antioksidan merupakan senyawa yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh karena berfungsi sebagai penangkap radikal bebas yang terbentuk dalam tubuh (Putu, *et al.*, 2021). Antioksidan adalah suatu senyawa yang dapat memperlambat proses oksidasi dari radikal bebas, sehingga dapat melindungi sel-sel dari kerusakan yang disebabkan oleh molekul tidak stabil yang dikenal sebagai radikal bebas. Senyawa ini bekerja dengan cara mendonorkan elektronnya

(pemberi atom hidrogen) kepada molekul radikal bebas sehingga menghentikan reaksi berantai dan mengubah radikal bebas menjadi bentuk yang stabil. Untuk mengetahui potensi antioksidan dalam meredam radikal bebas dinyatakan dengan aktivitas antioksidan (IC_{50}) yaitu konsentrasi yang mampu menghambat radikal bebas sebesar 50%. Semakin kecil IC_{50} menunjukkan semakin tinggi aktivitas antioksidan suatu senyawa atau zat (Wiendarlina & Sukaesih, 2019). Adapun tingkat kekuatan aktivitas antioksidan ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat kekuatan aktivitas antioksidan

Aktivitas	Nilai IC_{50}
Sangat kuat	<50
Kuat	50-100
Sedang	101-250
Lemah	251-500
Tidak kuat	>500

Sumber: Wiendarlina & Sukaesih (2019)

Jahe merah mengandung senyawa antioksidan alami yang secara farmakologis cukup tinggi dan mampu menghambat radikal bebas superoksida dan hidroksil yang dihasilkan oleh sel-sel kanker dengan sangat efektif dan efisien. Selain itu, senyawa antioksidan alami pada jahe bersifat antikarsinogenik, non-toksik dan non-mutagenik pada konsentrasi tinggi. Beberapa senyawa dalam jahe seperti gingerol, shogaol dan zingeron memiliki aktivitas farmakologi dan fisiologis seperti efek antioksidan, anti inflammasi, analgesik, anti karsinogenik dan kardiotonik. Diantara senyawa antioksidan yang terdapat pada jahe yakni senyawa fenolik berupa flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol serta asam-asam organik. Komponen senyawa fenolik mempunyai sifat polar dan memiliki fungsi antara lain sebagai penangkap radikal bebas (Pebiningrum & Kusnadi, 2018).

2.3 Kandungan Fenol Jahe Merah

Senyawa fenolik adalah senyawa kimia yang mempunyai satu buah cincin aromatik yang mengandung satu atau lebih fungsi hidroksi. Senyawa fenol merupakan sumber antioksidan yang efektif dalam menekan radikal bebas dan pengkelat ion-ion logam. Kandungan total fenol dipengaruhi oleh ketersediaan

senyawa fenol suatu bahan. Total fenol merupakan komponen penting yang bersifat antibakteri. Gingerol merupakan golongan fenol yang bersifat sebagai desinfektan yang paling umum yang digunakan di laboratorium sebagai penghambat pertumbuhan dan pembunuh kuman (Firdausni & Kamsina, 2018).

Senyawa fenol jahe merupakan bagian dari oleoresin yang berpengaruh terhadap sifat pedas jahe. Senyawa fenol yang terdiri dari shagaol, gingerol, seskuiterpen, zingiberen, zingiberol, kukumen, sesquiphellandran, zingeron, 6-dehidrogingerdion, ginger-glikolipid, dan asam organik (asam laurat, palmitat, oleat, linoleat, dan stearate) memiliki sifat antioksidan. Senyawa (6)-gingerol merupakan senyawa yang memiliki potensi antioksidan paling besar dibanding dengan senyawa lainnya (Widiyanti, 2015). Kandungan senyawa fenolik gingerol, zingeron, dan shogaol pada Rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* *Rosc. var. rubrum*) berpotensi sebagai agen anti inflamasi. Selain kandungan senyawa tersebut, pada jahe merah terdapat lemak, resin, gula, karbohidrat, serat, pati dan yang dapat berperan sebagai imunomodulator (Luhurningtyas, *et al.*, 2021).

2.4 Ekstraksi Metode Maserasi

Proses ekstraksi merupakan tahapan yang penting dalam pembuatan oleoresin jahe. Ekstraksi adalah proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair (solven) sebagai *separating agent*. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi yaitu: persiapan bahan sebelum ekstraksi (bahan kering dan digiling), ukuran partikel kecil untuk memperluas bidang kontak, jenis pelarut, metode, suhu, waktu, dan proses pemisahan pelarut (Hartuti & Supardan, 2013). Metode ekstraksi yang biasa digunakan adalah maserasi. Prinsip metode ini yaitu memasukkan serbuk bahan dengan pelarut yang sesuai dalam wadah yang tertutup rapat pada suhu kamar yang disertai pengadukan. Pada umumnya perendaman dilakukan selama 24 jam, kemudian pelarut diganti dengan pelarut baru. Prinsip dari metode ini yaitu pelarut akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif. Kemudian zat aktif akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang di luar sel, maka

larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa tersebut berulang sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel. Kelebihan dari metode ini yaitu efektif untuk senyawa yang tidak tahan panas, peralatan yang digunakan relatif sederhana, murah, dan mudah didapat. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kemudian dilakukan pemisahan pelarut menggunakan rotary evaporator (Soraya, 2018).

Keuntungan dari penggunaan metode ekstraksi maserasi yaitu prosedur dan peralatan yang digunakan sederhana, metode ekstraksi tidak dipanaskan sehingga bahan alam tidak menjadi terurai. Ekstraksi dingin memungkinkan banyak senyawa terekstraksi, meskipun beberapa senyawa memiliki kelarutan terbatas dalam pelarut ekstraksi pada suhu kamar (Nurhasnawati, *et al.*, 2017). Penggunaan metode maserasi dalam mengekstrak flavonoid menghasilkan kadar yang lebih besar dibandingkan metode lainnya. Selain itu, rendemen flavonoid yang dihasilkan juga lebih tinggi (Sa'adah, *et al.*, 2017).

2.5 Emulsi

Emulsi merupakan campuran yang terdiri dari dua fase cairan dalam sistem dispersi. Salah satu fase cairan terdispersi sangat halus dan merata dalam fase cairan yang lainnya. Emulsi umumnya distabilkan dengan penggunaan zat pengemulsi atau surfaktan (Hisprastin & Nuwarda, 2018).

Berdasarkan fase terdispersinya, emulsi ada dua yaitu tipe minyak dalam air (O/W) dan tipe air dalam minyak (W/O). Tipe emulsi W/O adalah emulsi yang terdiri dari butiran air yang tersebar ke dalam minyak., air berfungsi sebagai fase internal dan minyak sebagai fase eksternal. Sedangkan tipe emulsi O/W adalah emulsi yang terdiri dari butiran minyak yang tersebar ke dalam air. Sistem emulsi adalah suatu sistem yang tidak stabil karena setiap butiran mempunyai kecenderungan untuk bergabung dengan butiran lainnya sehingga membentuk agregat yang mengakibatkan emulsi tersebut pecah (Jusnita, 2014).

Kestabilan emulsi dipengaruhi oleh rasio antar fase minyak dan air, jumlah dan pemilihan emulsifier yang tepat, suhu, waktu dan kecepatan pencampuran yang tepat, ukuran butiran, perbedaan densitas antara kedua fase partikel dan viskositas fase. Kerusakan atau destabilisasi emulsi yaitu *creaming*, flokulasi dan

koalesen. *Creaming* merupakan proses pemisahan yang terjadi akibat gerakan-gerakan ke atas atau ke bawah. Apabila gerakan yang terjadi ke atas maka akan terjadi *creaming*, sebaliknya, apabila gerakan yang terjadi ke bawah, maka akan terjadi sedimentasi. Hal ini terjadi karena gaya gravitasi terhadap fase-fase yang berbeda densitasnya. Flokulasi merupakan agregasi butiran, namun tidak terjadi pemusatan film antar permukaan, sehingga jumlah dan ukuran butiran tetap. Flokulasi akan mempercepat terjadinya *creaming*. Koalesen adalah penggabungan butiran-butiran menjadi butiran yang berukuran lebih besar karena terjadi pemusatan film antar permukaan, sehingga ukuran butiran berubah (Jusnita, 2014).

2.6 Nanoemulsi

Nanoteknologi merupakan teknologi yang saat ini dikembangkan dalam berbagai disiplin ilmu pengetahuan. Nanoteknologi adalah ilmu yang mempelajari proses dan karakterisasi suatu bahan yang mampu menyiapkan bahan aktif obat dalam partikel dengan ukuran nano (seperjuta meter.) Di Indonesia, teknologi nanoemulsi untuk menghasilkan nanoherbal masih belum banyak dikembangkan (Jusnita, 2014).

Nanopartikel dapat didefinisikan sebagai partikel yang memiliki ukuran antara 1-1000 nm (Jonassen, 2014). Sedangkan nanoemulsi adalah sistem emulsi transparan atau bening dengan ukuran sangat kecil (<1000 nm). Nanoemulsi terdiri atas nanoemulsi minyak dalam air (o/w) dan nanoemulsi air dalam minyak (w/o), inti dari partikel berupa minyak atau air. Nanoemulsi terdiri dari fase minyak, fase air, surfaktan dan kosurfaktan (Jonassen, 2014).

Menurut Haque (2015), nanoemulsi memiliki keuntungan yaitu sebagai berikut :

- a. Butiran berukuran sangat kecil, sehingga dapat mencegah terjadinya *creaming* atau sedimentasi selama penyimpanan.
- b. Cocok untuk penghantaran bahan aktif melalui kulit, karena sistem nanoemulsi memiliki luas permukaan yang besar, sehingga penetrasi zat aktif lebih cepat.

- c. Ukuran butiran yang kecil memudahkan penyebaran dan penetrasi dapat ditingkatkan karena tegangan permukaan dan tegangan antarmuka yang rendah.
- d. Berwarna transparan yang dapat memberikan estetika yang menarik dan menyenangkan saat digunakan.

2.6.1 Komponen Nanoemulsi

Komponen umum dari sistem nanoemulsi terdiri dari fase minyak, fase air, surfaktan, dan kosurfaktan yaitu:

a. Fase Minyak

Fase minyak bersifat hidrofobik. Fase minyak berpengaruh terhadap pemilihan surfaktan dan kosurfaktan yang akan digunakan. Selain itu, fase minyak juga menentukan tipe nanoemulsi. Fase minyak dalam nanoemulsi sebagai penghantar senyawa aktif yang bersifat hidrofobik (Kale & Deore, 2017).

b. Fase Air

Fase air yang sering digunakan yaitu aquades, yang memiliki sifat hidrofilik. Konsentrasi aquades sebagai fase air dalam nanoemulsi perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi penentuan tipe nanoemulsi (Kale & Deore, 2017).

c. Surfaktan

Surfaktan didefinisikan sebagai molekul amfifilik yang memiliki 2 bagian, yaitu bagian hidrofilik dan hidrofobik. Sifat rangkap dari molekul ini memungkinkan molekul mengadsorpsi pada antar muka, sehingga dapat menurunkan tegangan antar muka. Sifat surfaktan membantu dalam menentukan stabilitas nanoemulsi. Contoh surfaktan yang sering digunakan yaitu: polysorbate 20 (tween 20), polysorbate 80 (tween 80), , dan sorbitan monoleat (span 80) (Kale & Deore, 2017).

d. Kosurfaktan

Kosurfaktan adalah pelarut organik seperti etanol, propilen glikol (PG), dan polietilen glikol (PEG) yang membantu melarutkan konsentrasi surfaktan. Kosurfaktan berfungsi mengurangi tegangan antarmuka dan meningkatkan fluiditas antarmuka. (Kale & Deore, 2017).

2.6.2 Teknik Pembuatan Nanoemulsi

Teknik pembuatan nanoemulsi dibagi menjadi dua, yaitu dengan emulsifikasi energi tinggi atau *High-Energy Emulsification* (HEE) dan emulsifikasi energi rendah atau *Low-Energy Emulsification* (LEE). Emulsifikasi energi tinggi terdiri dari homogenisasi tekanan tinggi, mikrofluidisasi, dan ultrasonikasi. Sedangkan emulsifikasi energi rendah meliputi emulsifikasi spontan, evaporasi pelarut, dan fase inversi (Kale & Deore, 2017).

1. Homogenisasi tekanan tinggi

Homogenisasi tekanan tinggi merupakan teknik pembuatan nanoemulsi yang membutuhkan suhu dan energi yang tinggi. Pada tekanan siklus homogenisasi (500-5000 psi) fasa air dan minyak masuk melalui lubang kecil sehingga menghasilkan ukuran droplet yang kecil karena adanya turbulensi yang kuat dan pergeseran hidrolis. Semakin tinggi tekanan maka ukuran droplet yang terbentuk semakin kecil (Kale & Deore, 2017).

2. Mikrofluidisasi

Teknik ini menggunakan perangkat fluidizer mikro dengan tekanan tinggi (500-20000 psi). Emulsi kasar yang terdiri dari campuran fasa air dan minyak dipaksa masuk melewati saluran interaksi/saluran ukuran mikro, kemudian emulsi kasar mengalir dan menghasilkan ukuran droplet yang halus (nano). Fasa air dan minyak selanjutnya difilter untuk mendapatkan ukuran droplet yang seragam (Kale & Deore, 2017).

3. Ultrasonikasi

Ultrasonikasi merupakan salah satu teknik pembuatan nanoemulsi yang sangat efisien untuk memperkecil ukuran droplet. Dalam ultrasonikasi energi dihasilkan dari probe sonikator. Ketika emulsi kasar (fasa air dan minyak) menyentuh ujung sonikator maka akan menghasilkan getaran mekanis dan terjadi kavitasasi sehingga akan terbentuk droplet dengan ukuran nano (Kale & Deore, 2017).

Ultrasonikasi merupakan teknik pemberian gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik memiliki frekuensi melebihi batas pendengaran manusia, yaitu di atas 20 kHz. Ultrasonikasi dengan intensitas tinggi dapat menginduksi secara fisik dan kimia. Efek fisik dari ultrasonikasi intensitas tinggi salah satunya

adalah emulsifikasi. Terdapat dua mekanisme pada proses emulsifikasi dengan ultasonikasi. Pertama, penerapan medan akustik menghasilkan gelombang pada ruang antarmuka (interfasial) yang mengakibatkan pergerakan fase minyak ke dalam fase cair dalam bentuk droplet. Kedua, penerapan gelombang ultrasonik menyebabkan kenaikan tekanan dalam cairan, akibatnya terjadi pemecahan droplet minyak menjadi berukuran lebih kecil dan terdispersi dalam fase cair (Yuliasari, *et al.*, 2014).

4. Emulsifikasi spontan

Metode pembuatan ini sederhana, yaitu menyiapkan larutan organik homogen yang terdiri minyak, surfaktan lipofilik, surfaktan hidrofilik. Kemudian, fase organik dimasukkan ke dalam fase air dengan pengadukan magnetis secara kontinu. Fase air dihilangkan dengan penguapan di bawah tekanan tereduksi untuk mendapatkan nanoemulsi (Kale & Deore, 2017).

5. Fase inversi

Metode ini menggunakan prinsip dimana terjadi transisi fase yang dipengaruhi oleh perubahan suhu. Pada suhu rendah emulsi yang terbentuk yaitu tipe m/a (minyak dalam air), sedangkan pada suhu tinggi emulsi yang terbentuk yaitu tipe a/m (air dalam minyak). Surfaktan non-ionik seperti polioksietilen menjadi lipofilik pada suhu tinggi dan hidrofilik pada suhu rendah karena dehidrasi rantai polimer (Kale & Deore, 2017).

6. Evaporasi pelarut

Pada teknik ini yaitu campuran obat dengan pelarut organik menggunakan surfaktan yang sesuai secara kontinu dan menyiapkan emulsi dengan menguapkan pelarut organik di bawah vakum atau pemanasan selanjutnya disentrifugasi atau filtrasi (Kale & Deore, 2017).

Stabilitas emulsi tergantung pada peran surfaktan, komposisi surfaktan, dan distribusi ukuran droplet. Surfaktan memiliki peran penting dalam pembuatan nanoemulsi dengan menurunkan tegangan antar muka minyak dan air untuk menghasilkan droplet berukuran kecil. Jenis pengemulsi mempengaruhi stabilitas nanoemulsion terhadap pemanasan, pendinginan, pH, kekuatan ionik dan penyimpanan jangka panjang. Surfaktan meningkatkan stabilitas dalam berbagai cara seperti surfaktan ionik memberikan muatan listrik sedangkan surfaktan

nonionik menghasilkan penghalang sterik dengan gugus molekul besar. Nanoemulsi memiliki stabilitas yang sangat baik terhadap *coalesensi*, *flokulasi*, sedimentasi atau *creaming* karena ukuran partikelnya yang kecil. Ukuran tetesan yang lebih kecil memberikan daya rekat yang lebih sedikit dan stabilitas yang lebih tinggi terhadap flokulasi (Çinar, 2017).

2.7 Penelitian dan Perkembangan Nanoteknologi

Penelitian nanoteknologi di Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) difokuskan pada bidang pertanian dan pangan (Yuliasari, *et al.*, 2014). Dalam bidang penanganan produk segar, penerapan *nano edible coating* pada permukaan buah segar dapat mempertahankan mutu dan umur simpannya. Aplikasi *nano composit coating* dapat memperpanjang umur simpan, menghasilkan penampakan yang lebih baik dan mencegah pertumbuhan jamur (Nabifarkhani, *et al.*, 2015).

Dalam bidang pengolahan pangan telah ditemukan inovasi proses nano-restrukturisasi bahan pangan alami yang memungkinkan produksi pangan dengan kadar lemak lebih rendah, namun tetap memiliki cita rasa yang enak seperti aslinya. Lemak kakao dalam bentuk nanoemulsi menghasilkan produk *spread* untuk roti dan biskuit dengan sifat organoleptik yang sama. Penggunaan lemak kakao dalam bentuk nanoemulsi dapat menghasilkan *spread* rendah lemak (*reduced fat spread*) yang lebih sehat (Yuliasari, *et al.*, 2014). Pengembangan nanoteknologi dalam bentuk nanoemulsi dan nanoenkapsul vitamin A untuk bahan fortifikasi atau pengayaan gizi pangan dan nanoemulsi minyak sawit merah yang diperkaya karoten sebagai ingredien pangan fungsional (Yuliasari, *et al.*, 2014).

Dalam bidang teknologi pangan, nanoteknologi diaplikasikan dalam pembuatan kemasan. Penyisipan material nano di dalam polimer kemasan (*nanopackaging*) menjadi alternatif bahan pengemas sehingga meningkatkan nilai tambah produk pangan. Balitbangtan telah mengembangkan kemasan aktif antimikroba yang disisipi enkapsul ekstrak bawang putih atau nanopartikel zinc oxides serta kemasan ramah lingkungan yang diperkuat nano-serat selulosa (Yuliasari, *et al.*, 2014).

Dalam bidang pertanian, nanoteknologi diterapkan dalam pembuatan insektisida nabati. Seperti dalam penelitian Nuryanti, *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa formulasi nanoemulsi mengandung 1% dari campuran buah *P. retrofractum* dan ekstrak bunga *T. erecta*, 1,75% pengemulsi Triton X-100 menunjukkan toksisitas tertinggi pada nimfa Wereng Batang Coklat padi.

Teknologi nanopartikel dalam bidang kesehatan diterapkan dalam terapi kanker dan kemoterapi. Sistem penghantaran obat dapat dikendalikan melalui pengaturan ukuran dan sifat permukaannya. Penggunaan sediaan obat dalam bentuk nanopartikel dapat mengontrol dan melepaskan obat secara perlahan-lahan selama distribusi dan memodifikasi distribusi obat pada organ sehingga meminimalkan efek samping (Priyo, 2017).

Penelitian nanoemulsi pada jahe telah berkembang yaitu menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih baik. Hal ini dilaporkan oleh (Cahyani, 2019) bahwa nanoemulsi minyak atsiri jahe emprit mempunyai aktivitas antioksidan (IC_{50}) 2,486 mg/mL, sedangkan (Faradisa, 2020) menghasilkan aktivitas antioksidan IC_{50} 9,836 mg/mL pada nanoemulsi jahe gajah. Selanjutnya, Redha, *et al.*, (2020) melakukan pengujian aktivitas antioksidan pada serbuk nanoemulsi jahe merah menghasilkan persentase penghambatan DPPH terbesar yaitu 61,23 % dan karakteristik sensori minuman hasil nanoemulsi menghasilkan minuman dengan tingkat kejernihan warna yang lebih baik, aroma dan rasanya stabil (tidak ada perubahan).