Optimasi Enkapsulasi Minyak Atsiri melalui *Spray Drying*: Studi Morfologi Partikel dan Retensi Komponen Volatil

Ana Kemala Putri Jauhari

Wageningen University and Research, Wageningen, Belanda

E-mail: ana.kemala@ugm.ac.id

ABSTRAK

Indonesia memiliki kekayaan hayati yang melimpah, salah satunya adalah produksi minyak atsiri yang tersebar di berbagai daerah. Minyak atsiri ini bersifat volatil dan mengandung senyawa bioaktif dengan berbagai manfaat, terutama di industri pangan, karena memberikan aroma dan manfaat kesehatan. Namun, sifat volatil minyak atsiri membuatnya mudah terdegradasi oleh faktor lingkungan (cahaya, suhu, dan kelembapan) selama penyimpanan dan transportasi (Sultana *et al.*, 2023). Untuk mencegah degradasi ini, metode enkapsulasi sering digunakan guna mempertahankan kualitas minyak atsiri (Francisco *et al.*, 2020).

Salah satu metode enkapsulasi yang banyak digunakan adalah *spray drying* karena waktu pemrosesan yang cepat dan skalabilitasnya yang tinggi. Minyak atsiri yang bersifat hidrofobik diemulsifikasi dengan menggunakan *emulsifier* dan matriks untuk menghasilkan emulsi yang selanjutnya dikeringkan pada suhu tinggi secara cepat menggunakan metode *spray drying* untuk menghasilkan bubuk minyak atsiri (Jafari *et al.*, 2008). Dengan metode ini, minyak atsiri yang bersifat volatil terperangkap dalam matriks, sehingga lebih stabil terhadap berbagai kondisi lingkungan. Meskipun memiliki banyak keuntungan, suhu pengeringan yang tinggi selama *spray drying* dapat menyebabkan penguapan dan hilangnya komponen volatil. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa pembentukan morfologi partikel mungkin berperan dalam hilangnya komponen volatil selama pengeringan (Buma, 1971). Namun, tidak ada penelitian secara mendalam yang membahas tentang mekanisme ini.

Penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi enkapsulasi dengan memahami bagaimana pembentukan morfologi partikel memengaruhi penguapan volatil selama proses *spray drying*. Dalam penelitian ini, d-limonene, yang dilarutkan dalam minyak bunga matahari, digunakan sebagai model volatil. Minyak ini diemulsifikasi dengan menggunakan *pea protein isolate* (PPI) sebagai *emulsifier* dan maltodekstrin dengan nilai *dextrose equivalent* (DE) yang divariasikan sebagai matriks. Berdasarkan Siemons *et al.* (2020), nilai DE mempengaruhi pembentukan morfologi partikel selama pengeringan, khususnya dalam pembentukan retakan dan vakuola. Pada penelitian ini, kondisi operasi selama emulsifikasi dan *spray drying* dijaga konstan untuk semua formulasi. Karakterisasi dan kuantifikasi d-limonene dilakukan pada emulsi sebelum *spray drying* dan bubuk hasil *spray drying*. Selain itu, eksperimen menggunakan *Thin Film Drying* (TFD) dilakukan sebagai studi kualitatif untuk memahami korelasi antara proses pembentukan morfologi partikel –termasuk pembentukan retakan–, dan penguapan d-limonene selama proses pengeringan.

Hasil eksperimen dengan *spray drying* menunjukkan bahwa jumlah d-limonene yang terenkapsulasi meningkat seiring dengan peningkatan nilai DE. Hal ini dapat dijelaskan oleh penurunan jumlah minyak permukaan. Maltodekstrin dengan DE tinggi terdiri dari polimer dengan berat molekul rendah yang membentuk struktur molekul yang padat, sehingga menghambat pembentukan minyak pada permukaan partikel (Vignolles *et al.*, 2007). Karena d-limonene terdapat dalam minyak, peningkatan jumlah minyak permukaan berkorelasi dengan penurunan jumlah d-limonene yang terenkapsulasi. Jauhari *et al.* (2024) menunjukkan bahwa tidak ada d-limonene yang terdeteksi pada minyak permukaan dikarenakan minyak permukaan tersebut berkontak langsung dengan udara panas selama proses pengeringan, menyebabkan seluruh d-limonene menguap. Namun, jumlah d-limonene masih lebih rendah dibandingkan dengan jumlah total minyak yang terenkapsulasi, yang mengindikasikan bahwa sebagian d-limonene juga menguap dari minyak yang telah terenkapsulasi di dalam matriks. Rendahnya d-limonene pada minyak terenkapsulasi ini dapat disebabkan oleh pembentukan retakan pada partikel saat partikel tersebut belum sepenuhnya kering sehingga mengakibatkan d-limonene

dapat terus menguap melalui retakan yang terbentuk hingga partikel tersebut mengering. Penjelasan ini didukung oleh hasil observasi dari eksperimen TFD yang menunjukkan bahwa *thin film* dengan DE rendah mengalami pembentukan retakan lebih awal dibandingkan dengan DE tinggi. Pembentukan retakan ini disertai dengan peningkatan jumlah d-limonene yang menguap selama proses pengeringan. Buma (1971) menyatakan bahwa retakan terbentuk pada tahap akhir pengeringan partikel. Namun, hasil dari TFD menunjukkan bahwa retakan dapat terbentuk pada tahap awal pengeringan saat *thin film* belum sepenuhnya kering. Pembentukan retakan ini dipengaruhi oleh berat molekul matriks dan terjadi akibat pengeringan partikel yang tidak homogen (Bouman et al., 2016). Semakin besar berat molekul matriks yang digunakan, semakin awal retakan terbentuk, yang kemudian berkorelasi dengan rendahnya d-limonene yang terenkapsulasi pada bubuk akhir hasil *spray drying*.

Kesimpulannya, pembentukan retakan selama proses pembentukan morfologi partikel mempengaruhi proses pembentukan minyak permukaan dan jumlah d-limonene yang terenkapsulasi di akhir proses *spray drying*. Penggunaan maltodekstrin dengan nilai DE tinggi dapat mengurangi jumlah minyak permukaan dan retakan partikel, yang menghasilkan peningkatan retensi d-limonene di akhir proses enkapsulasi. Secara global, hasil penelitian ini dapat bermanfaat dalam mengoptimalkan perancangan formulasi untuk enkapsulasi berbagai jenis minyak atsiri yang dimiliki Indonesia. Optimalisasi enkapsulasi ini tidak hanya meningkatkan stabilitas dan umur simpan minyak atsiri, tetapi juga mempertahankan kualitas komponen biaktif, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah produk di pasar internasional.

Kata kunci: *emulsi, d-limonene, maltodextrin, spray drying, efisiensi enkapsulasi*