

ABSTRAK

Oleogelasi adalah teknik mengubah minyak cair menjadi gel, sehingga dapat diaplikasikan sebagai pengganti lemak padat pada produk pangan. Faktor penting yang menentukan keberhasilan proses oleogelasi adalah oleogelator yang digunakan. Glukomanan porang berpotensi digunakan sebagai oleogelator karena kemampuannya untuk membentuk gel, namun karakteristik hidrofiliknya perlu dimodifikasi agar memiliki sifat sedikit hidrofobik. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan oleogelator dari glukomanan porang termodifikasi oktenil suksinat anhidrat (OSA) (PGOS), mengevaluasi kemampuan PGOS sebagai oleogelator dalam pembuatan oleogel, dan mengaplikasikan oleogel sebagai pengganti lemak pada formulasi sosis daging sapi. Pada Tahap I, proses optimasi menggunakan *Central Composite Design* dari *Response Surface Methodology* (RSM) dengan perlakuan konsentrasi Na_2CO_3 dan OSA sebesar 0,17-5,83% (b/b) dan 2,17-7,83% (b/b) untuk menghasilkan PGOS. PGOS selanjutnya digunakan sebagai oleogelator pada pembentukan oleogel. Tahap II adalah pembentukan oleogel menggunakan olein sawit atau minyak bekatul serta PGOS sebagai oleogelator. Rasio minyak/air masing-masing adalah 40:60; 45:55; dan 50:50 dengan konsentrasi PGOS sebesar 1, 2, dan 3%. Tahap III adalah aplikasi oleogel yang dihasilkan dalam formulasi sosis. Jumlah oleogel yang digunakan adalah 10% (b/b) dan 20% (b/b) dengan perlakuan kontrol menggunakan lemak sapi, serta formula sosis komersial menggunakan lemak sapi dan tapioka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Na_2CO_3 sebesar 2,25% (b/b) dan OSA sebesar 6,19% (b/b) mampu menghasilkan PGOS dengan emulsibilitas terbaik. Kapasitas dan stabilitas emulsi yang dihasilkan sebesar 34,6% dan 32,5% dengan derajat substitusi sebesar 1,02%, sudut kontak 92° , dan viskositas PGOS sebesar 5720 cP. Hasil analisis FT-IR mengkonfirmasi adanya substitusi OSA pada 1734 cm^{-1} . Pada tahap II, oleogel dengan *oil loss* terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi PGOS 1% dan rasio minyak bekatul/air sebesar 40:60. Hasil analisis FT-IR dan XRD menunjukkan bahwa oleogel terbentuk karena minyak yang terperangkap dalam jejaring yang terbentuk melalui ikatan hidrogen intermolekuler. Hasil Anova pada penelitian tahap III menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) jumlah lemak dan substitusi lemak sapi dengan oleogel terhadap *cooking loss* dan proksimat (kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan protein) sosis daging sapi. Begitu pula dengan tekstur (*hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *gumminess*, dan *chewiness*) dan evaluasi sensoris sosis daging sapi yang dihasilkan. Penambahan oleogel sebanyak 20% pada formulasi sosis sebagai pengganti lemak sapi mampu menghasilkan karakteristik sensoris terbaik yang menyerupai karakteristik sosis sapi dengan penambahan 20% lemak sapi dan tapioka sebagai formulasi pembanding. Kesimpulannya, PGOS sebagai oleogelator dalam pembuatan oleogel efektif digunakan dalam konsentrasi rendah pada minyak bekatul yang kaya akan asam lemak tak jenuh ganda dan oleogel yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengganti lemak sapi pada pembuatan sosis.

ABSTRACT

Oleogelation is a technique of converting liquid oil into a gel so that it can be applied as a substitute for fat in food products. An important factor that determines the success of the oleogelation process is the oleogelator used. Porang glucomannan can be used as an oleogelator because of its ability to form a gel, but its hydrophilic characteristics need to be modified so that it has slightly hydrophobic properties. Therefore, this study aimed to produce an oleogelator from porang glucomannan modified octenyl succinate anhydrous (OSA) (PGOS), evaluate the ability of PGOS as an oleogelator in the manufacture of oleogel, and apply oleogel as a substitute for fat in beef sausage formulations. In first step, the optimization process used Central Composite Design from Response Surface Methodology (RSM) with concentrations of Na_2CO_3 and OSA of 0.17-5.83% (w/w) and 2.17-7.83% (w/w) to produce PGOS. PGOS is then used as an oleogelator for oleogel formation. Second step is the formation of oleogel using palm olein and rice bran oil and PGOS as oleogelator. The oil/water ratio is 40:60; 45:55; and 50:50 with PGOS concentrations of 1, 2, and 3% (w/w). Third step is the application of the resulting oleogel in the sausage formulation. The amount of oleogel used was 10% and 20% with the control treatment using beef fat, as well as the commercial sausage formula using beef fat and tapioca. The results showed that the concentration of Na_2CO_3 of 2.25% (w/w) and OSA of 6.19% (w/w) was able to produce PGOS with the best emulsibility. The capacity and stability of the resulting emulsion were 34.6% and 32.5% with a degree of substitution of 1.02%, a contact angle of 92° , and a PGOS viscosity of 5720 cP. The results of the FT-IR analysis confirmed the presence of OSA substitution at 1734 cm^{-1} . The resulting PGOS is then applied as an oleogelator in the manufacture of oleogel. The best treatment with the lowest oil loss was obtained at 1% PGOS concentration and 40:60 ratio of rice bran oil/water. The results of FT-IR and XRD analysis showed that the oleogel was formed because the oil was trapped in the network formed through intermolecular hydrogen bonds. The oleogel was then applied to the beef sausage formulation. The ANOVA results showed a significant effect ($p < 0.05$) the amount of fat and substitution of beef fat with oleogel on the cooking loss and proximate (moisture content, ash content, fat content, and protein) of beef sausage. Likewise with the texture (hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, and chewiness) and sensory evaluation of the beef sausage produced. The addition of 20% oleogel to the sausage formulation as a substitute for beef fat was able to produce sensory characteristics that were close to the characteristics of sausages formulated with 20% beef fat and tapioca as a comparison formula. In conclusion, PGOS as an oleogelator in the manufacture of oleogel is effectively used in low concentrations in rice bran oil which is rich in polyunsaturated fatty acids and the resulting oleogel can be used as a substitute for beef fat in sausage production.

Keyword: Oleogel, porang glucomannan, rice bran oil, beef sausage

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lemak padat berperan penting dalam memberikan struktur, tekstur, dan *mouthfeel*, serta pelepasan flavor pada produk pangan (Patel dan Dewettinck, 2016; Patel *et al.*, 2020). Di sisi lain, lemak padat mengandung lemak jenuh tinggi yang dapat menjadi penyebab penyakit kronis seperti diabetes, obesitas, dan penyakit kardiovaskuler ketika dikonsumsi berlebihan. FAO/WHO merekomendasi batasan konsumsi lemak jenuh tidak lebih dari 10% dari konsumsi kalori harian (Oh dan Lee, 2018). Upaya yang telah dilakukan untuk strukturisasi minyak yang kaya akan asam lemak tak jenuh menjadi lemak yang bersifat plastis, di antaranya: interesterifikasi, hidrogenasi parsial, dan fraksinasi (Ögütçü *et al.*, 2015). Interesterifikasi enzimatis mampu menghasilkan produk akhir yang bebas *trans fat* tanpa mempengaruhi sifat sensorisnya, namun biayanya sangat mahal. Sementara itu, hidrogenasi parsial menghasilkan *trans fat* yang berdampak negatif terhadap kesehatan kardiovaskuler, dan metode lainnya menghasilkan produk akhir yang mengandung asam lemak jenuh (Puscas *et al.*, 2020).

Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk menghasilkan lemak plastis dengan kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi dan bebas *trans fat* adalah oleogelasi (mengubah minyak cair menjadi seperti gel tanpa memodifikasi karakteristik kimia minyak). Sistem minyak yang distrukturisasi melalui oleogelasi dikenal dengan oleogel, organogel, lipid gel, atau oil gel (Patel dan Dewettinck 2016). Stahl *et al.* (2018) melaporkan bahwa proses strukturisasi minyak dengan

oleogelasi biayanya relatif sama dengan proses kristalisasi konvensional karena tidak memerlukan modifikasi peralatan industri.

Menurut Oh dan Lee (2018), oleogelasi adalah teknik baru yang menstrukturisasi minyak cair ke dalam jaringan tiga dimensi yang terbentuk dengan bantuan oleogelator, sehingga menghasilkan sifat seperti padatan. Proses strukturisasi minyak untuk menghasilkan oleogel dapat terjadi melalui dispersi langsung oleogelator dalam minyak atau menggunakan *template* emulsi (Patel dan Dewettinck 2016). Patel *et al.* (2014a) melaporkan bahwa keuntungan menggunakan metode *template* emulsi dibandingkan dispersi langsung adalah tidak menggunakan surfaktan dan suhu yang tinggi. Metode *template emulsi* diawali dengan pembentukan emulsi minyak dalam air kemudian dihomogenisasi, dilanjutkan pengeringan dengan *freeze dryer* atau pun oven untuk membentuk jaringan yang menjebak minyak (Abdolmaleki *et al.*, 2019).

Aplikasi oleogel pada produk pangan telah banyak dilaporkan dengan tujuan mengubah minyak cair yang kaya akan asam lemak tak jenuh menjadi gel, sehingga dapat menggantikan fungsi lemak padat seperti *shortening*, margarin, mentega, lemak kakao, lemak babi atau pun lemak sapi pada produk pangan. Oleogel telah banyak diaplikasikan pada produksi *cookies*, *dark chocolate*, roti manis, *frankfurter*, sosis, dan *meat patty* (Zhao *et al.*, 2020; Jung *et al.*, 2020; Jang *et al.*, 2015; Wolfer *et al.*, 2018; Oh *et al.*, 2019) serta sebagai *delivery system* komponen bioaktif seperti kurkuminoid dan β -karoten (Cui *et al.*, 2019; Calligaris *et al.*, 2020). Selain itu, strukturisasi minyak dalam bentuk oleogel dapat meningkatkan stabilitas oksidatifnya karena difusi molekul oksigen yang lebih

lambat dalam gel (Kamali *et al.*, 2019; Yi *et al.*, 2017; Fu *et al.*, 2020; Oh *et al.*, 2019).

Karakteristik oleogel yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh oleogelator dan karakteristik minyak. Oleogelator yang sudah banyak digunakan dan dipublikasikan adalah etil selulosa. Etil selulosa harganya relatif murah, tersedia secara komersial, *food grade* dan mampu membentuk gel yang kokoh (Singh *et al.*, 2017), namun jumlah yang digunakan relatif tinggi yaitu minimal 4%-6% (b/b) dengan viskositas etil selulosa yang tinggi yaitu 100 cP (Fu *et al.*, 2020; Ye *et al.*, 2019) dan bahkan mencapai 15% (b/b) pada viskositas etil selulosa yang lebih rendah yaitu 10 cP (Gravelle *et al.*, 2012). Oleh karena itu, diperlukan jenis oleogelator yang lebih efektif digunakan dengan jumlah yang lebih rendah. Alternatif yang dapat digunakan adalah menggunakan hidrokoloid yang memiliki kemampuan alami membentuk gel.

Salah satu jenis komponen pembentuk gel adalah glukomanan (Haryani *et al.*, 2017). Glukomanan dapat diperoleh dari umbi porang maupun konjak, namun di Indonesia porang lebih mudah diperoleh (Djauhari, 2020). Pemilihan glukomanan porang didasarkan oleh karakteristiknya yang mampu membentuk gel, kelarutan yang lebih rendah dari glukomanan konjak, dan memiliki viskositas yang tinggi (Yanuriati *et al.*, 2017) sehingga sangat sesuai digunakan sebagai oleogelator pada pembentukan oleogel dengan metode *template* emulsi. Viskositas emulsi yang tinggi mampu meningkatkan stabilitas emulsi, sehingga penggunaan glukomanan porang sebagai oleogelator tidak membutuhkan bahan penstabil. Glukomanan banyak diaplikasikan dalam pembentukan hidrogel (Yang *et al.*, 2017^a; Ye *et al.*,

2019), namun laporan aplikasinya sebagai oleogelator sangat terbatas. Doan *et al.* (2015) melaporkan bahwa syarat bahan yang digunakan sebagai oleogelator, di antaranya memiliki bagian lipofilik, memiliki aktivitas permukaan, mampu merakit diri, dan aman digunakan. Glukomanan memiliki kemampuan pembentuk film yang baik, biokompatibilitas, biodegradabilitas dan kemampuan gelasi yang baik. Selain itu, harganya murah, tidak toksik, dan aman. Glukomanan konjak (KGM) telah diizinkan sebagai aditif makanan di Eropa dan diklasifikasikan sebagai *Generally Recognized as Safe* (GRAS) oleh *Food and Drug Administration* (FDA) (Yang *et al.*, 2017^a). Meng *et al.* (2018a) melaporkan bahwa KGM merupakan polisakarida dengan berat molekul tinggi yang bersifat larut dalam air, sehingga diperlukan proses modifikasi untuk meningkatkan sifat hidrofobiknya. Sifat hidrofobik oleogelator juga diperlukan dalam pembentukan oleogel karena pembentukan gel dapat disebabkan oleh adanya keseimbangan antara kelarutan dan ketidaklarutan oleogelator dalam pelarut (Co dan Marangoni, 2012).

Meng *et al.* (2018a) melaporkan bahwa proses modifikasi glukomanan dapat dilakukan melalui esterifikasi dengan oktenil suksinat anhidrat (OSA) untuk memperoleh sifat hidrofobiknya. Glukomanan yang teresterifikasi dengan OSA memiliki kemampuan mengemulsi dan mengentalkan yang lebih baik dibandingkan tepung glukomanan konjak alami dan pati teresterifikasi OSA komersial, sehingga sangat berpotensi dikembangkan sebagai salah satu jenis surfaktan polimer di industri (Meng *et al.*, 2014). Gurusmatika *et al.* (2017) melaporkan bahwa glukomanan termodifikasi OSA dapat digunakan sebagai pangan fungsional dengan efek imunomodulator terhadap makrofag. Hingga saat ini belum ditemukan

laporan penggunaan glukomanan porang dalam pembentukan oleogel, oleh karena itu perlu dikaji potensinya dalam pembuatan oleogel.

Selain jenis oleogelator, karakteristik minyak juga sangat menentukan kekokohan oleogel yang dihasilkan. Gravelle *et al.* (2016) dan Ferro *et al.*, (2019) melaporkan minyak yang kaya akan asam lemak tak jenuh mampu menghasilkan gel yang lebih kuat. Jenis minyak yang berpotensi sebagai bahan baku oleogel adalah fraksi olein sawit dan minyak bekatul karena mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi. Asam lemak tak jenuh, khususnya asam lemak esensial juga memiliki dampak positif terhadap kesehatan mental dan kardiovaskuler (Glick dan Fischer, 2013). Olein sawit dan minyak bekatul memiliki tingkat ketidakjenuhan asam lemak yang berbeda. Rasio total asam lemak jenuh : total asam lemak tak jenuh olein sawit adalah 38:62 (Mello *et al.*, 2021), sedangkan pada minyak bekatul adalah 19:74 (Benitez *et al.*, 2020). Perbedaan rasio kejenuhan : ketidakjenuhan asam lemak dari olein sawit dan minyak bekatul diduga akan menghasilkan kekuatan gel atau tekstur oleogel yang berbeda.

Indonesia merupakan negara penghasil sawit terbesar di dunia. Produksi minyak sawit (*Crude Palm Oil*, CPO) Indonesia cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, hingga 2018 produksi minyak sawit mencapai 36,59 juta ton (BPS, 2019). Fraksi olein sawit diperoleh dari fraksinasi *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO). Fraksi olein memiliki bilangan iodin sebesar 56 dengan titik leleh 23°C, sedangkan super olein yang merupakan hasil fraksinasi olein memiliki bilangan iodin yang lebih tinggi (60,8-64,8) dengan titik leleh yang lebih rendah (9-13°C) karena kandungan asam lemak tak jenuhnya lebih tinggi

(Hashem *et al.*, 2018). Minyak sawit bebas dari *trans fat*, mengandung tokoferol dan karoten yang dapat berperan sebagai antioksidan (Mba *et al.*, 2015).

Jenis minyak lainnya yang telah berhasil dikembangkan sebagai bahan baku oleogel adalah minyak bekatul. Minyak bekatul banyak dihasilkan dari daerah tropis. Minyak bekatul merupakan salah satu sumber minyak yang kaya akan asam lemak tak jenuh dengan jumlah mencapai 75% dan bilangan iodin 95 g I₂/g minyak. Asam oleat dan linoleat adalah komponen utama yang terdapat pada minyak bekatul (Benitez *et al.*, 2020). Minyak bekatul juga mengandung fitosterol dan oryzanol, di mana kedua senyawa ini dapat berperan sebagai antioksidan (Liu *et al.*, 2019) dan oleogelator dalam strukturisasi minyak (Calligaris *et al.*, 2020; Moriano dan Alamprese 2017).

Oleogel dapat diaplikasikan pada berbagai produk pangan di antaranya sosis. Sosis merupakan produk pangan siap saji yang sudah populer dan disukai oleh semua kalangan masyarakat. Sosis tipe frankfurter mengandung lemak babi hingga 30% (b/b) (Panagiotopoulou *et al.*, 2016). Lemak yang digunakan dalam sosis adalah lemak hewani yang mengandung lemak jenuh dan kolesterol yang dapat memberikan efek negatif bagi kesehatan. Pada produk olahan daging, lemak memiliki peran utama dalam pembentukan emulsi stabil, mempengaruhi *cooking loss*, memperbaiki struktur, kekerasan dan *juiciness* pada produk (Panagiotopoulou *et al.*, 2016)

Pembentukan oleogel membutuhkan oleogelator yang mampu secara efektif dalam jumlah yang rendah membentuk dan menghasilkan oleogel dengan *oil loss* yang rendah. Oleh karena itu, perlu dikaji proses modifikasi glukomanan porang

dengan OSA serta aplikasinya sebagai oleogelator dalam pembentukan oleogel.

Penggunaan fraksi olein sawit dan minyak bekatul sebagai bahan baku oleogel yang kaya akan asam lemak tak jenuh perlu dikaji efektivitasnya dalam pembentukan oleogel. Oleogel yang dihasilkan digunakan sebagai pengganti lemak hewani pada formulasi produk pangan, khususnya sosis perlu dikaji pula kemampuannya untuk menghasilkan produk dengan karakteristik yang baik serupa dengan formula pembanding atau pun kontrol.

1.2. Permasalahan

Lemak berperan penting dalam struktur produk pangan. Lemak hewani umumnya mengandung asam lemak jenuh dan kolesterol. Asam lemak jenuh dan kolesterol dapat memberikan pengaruh yang negatif terhadap kesehatan khususnya penyakit kardiovaskuler (Maki *et al.*, 2021; Rozanski *et al.*, 2020; Kaur *et al.*, 2020; Yoon *et al.*, 2011; Zullig *et al.*, 2016; Zyriax *et al.*, 2022). Oleh karena itu, diperlukan pengganti lemak hewani dengan oleogel yang menggunakan minyak nabati seperti fraksi olein sawit dan minyak bekatul dengan kandungan asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah kondisi optimum proses modifikasi glukomanan porang menggunakan OSA mampu menghasilkan glukomanan porang termodifikasi yang memiliki karakteristik amfifilik, sehingga dapat digunakan sebagai oleogelator pada pembuatan oleogel
2. Bagaimanakah mekanisme glukomanan porang termodifikasi OSA dengan karakteristik amfifiliknya sebagai oleogelator dalam konsentrasi rendah mampu menghasilkan oleogel dengan *oil loss* yang rendah, sehingga dapat diaplikasikan sebagai pengganti lemak pada pembuatan sosis
3. Bagaimanakah kemampuan fraksi olein sawit atau minyak bekatul yang memiliki tingkat ketidakjenuhan asam lemak yang berbeda terhadap pembentukan oleogel
4. Bagaimanakah kemampuan oleogel yang terbentuk dari glukomanan porang termodifikasi OSA sebagai pengganti lemak sapi pada formulasi sosis, sehingga diperoleh sosis dengan karakteristik sifat fisikokimia dan sensoris yang baik

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah menghasilkan oleogel dari fraksi olein minyak sawit dan minyak bekatul dengan menggunakan glukomanan porang yang termodifikasi sebagai gelator dan aplikasinya pada produk pangan. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan glukomanan porang termodifikasi OSA pada kondisi optimum yang memiliki karakteristik amfifilik, sehingga dapat digunakan sebagai oleogelator pada pembuatan oleogel
2. Menghasilkan oleogel dengan *oil loss* yang rendah menggunakan glukomanan porang termodifikasi OSA dalam konsentrasi rendah sebagai oleogelator yang memiliki sifat amfifilik, sehingga dapat diaplikasikan sebagai pengganti lemak pada pembuatan sosis
3. Mengevaluasi kemampuan fraksi olein sawit atau minyak bekatul yang memiliki tingkat ketidakjenuhan asam lemak yang berbeda terhadap pembentukan oleogel
4. Mengevaluasi kemampuan oleogel yang terbentuk dari glukomanan porang termodifikasi OSA sebagai pengganti lemak sapi, sehingga menghasilkan sosis dengan karakteristik fisikokimia dan sensoris yang baik

1.4. Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Modifikasi glukomanan porang dengan OSA dapat meningkatkan nilai tambahannya khususnya sebagai oleogelator dalam pembuatan oleogel.

2. Memberikan informasi kepada peneliti lainnya untuk mengembangkan minyak sawit atau minyak bekatul menjadi oleogel yang mampu menggantikan lemak hewani pada formulasi sosis

1.5. Kebaruan Penelitian

Penelitian ini menggunakan glukomanan porang sebagai gelator pada pembuatan oleogel. Pemanfaatan glukomanan porang sebagai oleogelator membutuhkan proses modifikasi agar memiliki sedikit kelarutan dalam minyak. Kebaruan dari penelitian ini adalah glukomanan porang termodifikasi OSA dan aplikasinya sebagai oleogelator dalam pembuatan oleogel.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minyak

Minyak dan lemak umumnya digunakan untuk memasak, menggoreng serta diformulasikan dalam produk pangan. Sebagian besar minyak memiliki keterbatasan dalam aplikasinya karena memiliki sifat kimia dan fisik yang tertentu. Oleh karena itu, minyak sering dimodifikasi dengan berbagai metode seperti hidrogenasi, interesterifikasi, fraksinasi dan *blending* (pencampuran). Hidrogenasi minyak mampu memperbaiki tekstur minyak/lemak dan menghasilkan stabilitas oksidatif yang lebih lama. Kelemahannya, selama hidrogenasi beberapa ikatan rangkap dapat mengalami isomerisasi dan terkonversi dari *cis* ke *trans* yang memiliki efek negatif terhadap kesehatan. Interesterifikasi adalah proses alternatif dari hidrogenasi. Asam lemak didistribusikan kembali dalam struktur trigliserida selama proses ini dan tidak terjadi penjumlahan atau isomerisasi, namun proses ini membutuhkan biaya dan peralatan yang mahal. Fraksinasi adalah pemisahan minyak menjadi dua fraksi dengan perbedaan tekstur dan titik leleh. Fraksinasi merupakan proses independen atau dapat digunakan sebagai perlakuan pendahuluan sebelum hidrogenasi, interesterifikasi atau pencampuran. Pencampuran minyak/lemak yang memiliki sifat yang berbeda ditujukan untuk menghasilkan produk spesifik dengan tekstur dan sifat oksidatif yang diinginkan (Hashempour-Baltork *et al.*, 2016). Menurut Gómez-Estaca *et al.* (2019), proses pencampuran dapat digunakan sebagai tahap awal dalam proses strukturisasi minyak untuk menghasilkan oleogel dengan sifat fisikokimia tertentu.

Yang *et al.* (2018) telah meneliti pengaruh jenis minyak (*extra virgin olive oil*, *corn oil*, *sunflower oil*, dan *flaxseed oil*) terhadap sifat-sifat oleogel yang dibentuk dengan oleogelator campuran β -sitosterol dan asam stearat (Sit1:SA4, b/b) pada konsentrasi 15 dan 20 g/100 g minyak. Hasil penelitiannya melaporkan bahwa jenis minyak mempengaruhi warna dan kenampakan oleogel. Oleogel berbasis *flaxseed oil* menghasilkan oleogel dengan *oil loss* yang lebih rendah dan kekokohan yang lebih tinggi. Oleogel yang dihasilkan mampu membentuk gel stabil karena tidak terjadi pemisahan dalam gelas vial saat posisinya dibalik. Hal ini sesuai dengan data kapasitas pengikatan minyak 100% (b/b) pada 30 dan 60 menit penyimpanan, namun kapasitas pengikatan minyak menurun seiring peningkatan waktu hingga 3 jam dan tidak ada perubahan yang signifikan setelah 3 jam. Perbedaan oleogel yang dihasilkan dari jenis minyak yang berbeda dipengaruhi oleh komposisi asam lemak dan viskositas minyak. *Flaxseed oil* mengandung asam lemak tak jenuh ganda paling tinggi dibandingkan jenis minyak lainnya. Matrik lipid yang ditandai dengan viskositas yang lebih tinggi menghasilkan kekokohan oleogel yang lebih rendah. Menurut Demirkesen dan Mert (2019), viskositas minyak yang tinggi disebabkan oleh kadar asam lemak jenuh yang lebih tinggi pula.

Gómez-Estaca *et al.* (2019) melaporkan penggunaan campuran tiga jenis minyak dalam pembentukan oleogel yang terdiri dari 44,39% minyak zaitun, 37,87% minyak biji rami, dan 17,74% minyak ikan. Oleogel yang dihasilkan digunakan sebagai pengganti lemak hewani pada burger babi. Profil asam lemak dari burger yang dihasilkan meningkat secara signifikan, dengan peningkatan rasio

asam lemak tak jenuh ganda/asam lemak jenuh hingga 3,6 kali lipat dibandingkan dengan kontrol.

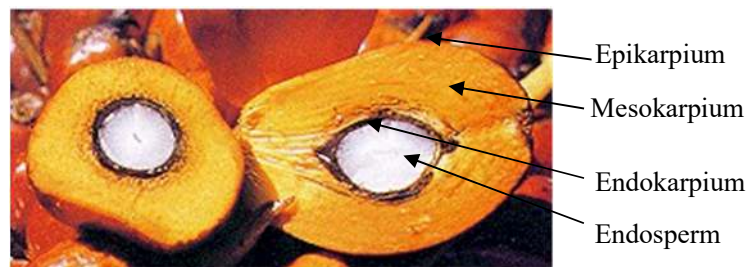
2.1.1. Minyak sawit

Tanaman Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq) termasuk famili Palmae, subklas Monocotyledoneae, Klas Angiospermae, Subdivisi Tracheophyta. Nama Genus *Elaeis* berasal dari bahasa Yunani *Elaion* atau minyak, sedangkan nama *guineensis* berasal dari kata *Guines*, yaitu nama tempat di mana seseorang bernama Jacquin menemukan tanaman sawit pertama kali di pantai Guines Afrika Selatan. Sawit merupakan tanaman asli Afrika dan tumbuh secara alami di Afrika Selatan dan Afrika Barat. Tanaman ini dapat tumbuh baik pada daerah beriklim tropis dengan curah hujan 2000 mm/tahun dan kisaran suhu 22-32°C (Ketaren, 2005). Mba *et al.* (2015) menyatakan bahwa lima negara penghasil sawit terbesar di dunia adalah Indonesia, Malaysia, Thailand, Colombia dan Nigeria.

Industri minyak sawit Indonesia berkembang dengan cepat dan menarik perhatian masyarakat dunia, khususnya produsen minyak nabati utama dunia. Indonesia menjadi negara produsen minyak sawit terbesar dunia sejak 2006. Pada 2016, Indonesia berhasil mengungguli Malaysia. *Share* produksi CPO Indonesia telah mencapai 53,4% dari total CPO dunia, sedangkan Malaysia memiliki pangsa sebesar 32%. Demikian halnya dalam pasar minyak nabati global, minyak sawit juga berhasil mengungguli minyak kedelai (*soybean oil*) sejak 2004. Pada 2004, total produksi CPO mencapai 33,6 juta ton, sedangkan minyak kedelai adalah 32,4 juta ton. Pada 2016, *share* produksi CPO dunia mencapai 40% dari total nabati

utama dunia, sedangkan minyak kedelai memiliki pangsa sebesar 33,18% (Purba dan Sipayung, 2017).

Buah sawit menghasilkan dua jenis minyak yaitu minyak sawit kasar (*crude palm oil*, CPO) yang diperoleh dari bagian mesokarp seperti terlihat pada Gambar 2.1. dan minyak inti sawit yang diperoleh dari kernel biji sawit. Sebanyak 90% minyak sawit diaplikasikan dalam industri pangan dan sisanya 10% diaplikasikan dalam industri sabun dan oleokimia. Minyak sawit banyak diaplikasikan sebagai minyak goreng dan paling baik di antara minyak goreng lainnya karena memiliki komposisi asam lemak yang unik, di mana proporsi asam lemak jenuh dan tak jenuhnya 50-50, memiliki titik asap yang tinggi (230°C), serta mengandung total tokoferol (500-600 ppm), total tokotrienol (100-1200 ppm), total karotenoid (500-700 ppm), dan fitosterol (326-527 ppm) yang baik untuk kesehatan (Mba *et al.*, 2015).



Gambar 2.1. Struktur buah kelapa sawit (Tanimedia.com)

CPO dihasilkan dari proses pengepresan mekanis atau pun ekstraksi dengan pelarut. Sebelum pengepresan, buah sawit dipanaskan untuk inaktivasi enzim lipolitik. CPO mengandung asam lemak bebas, fosfolipid atau gum, produk oksidasi lipida yang tidak diinginkan, air dan kotoran, sehingga dilakukan proses pemurnian. Tahapan pemurnian terdiri dari : 1) degumming untuk menghilangkan

fosfolipid dan senyawa polar, 2) netralisasi untuk mengurangi asam lemak bebas dan residu fosfolipid serta logam, 3) bleaching untuk pemucatan atau mengurangi pigmen, residu sabun, serta fosfolipid, dan 4) deodorisasi untuk menghilangkan bau dan produk oksidasi yang bersifat volatil (Mba *et al.*, 2015).

Minyak sawit kasar yang telah melalui tahap pemurnian menghasilkan *refined, bleached, and deodorized palm oil* (RBDPO) selanjutnya difraksinasi untuk memperoleh *palm stearin* (30-35%) dan *palm olein* (65-70%) dengan bilangan iodin yang berbeda (Mba *et al.*, 2015). *Palm stearin* adalah fraksi padat dan *palm olein* adalah fraksi cair yang diperoleh melalui fraksinasi minyak sawit setelah kristalisasi pada suhu yang terkontrol. *Palm stearin* memiliki titik lelehnya yang tinggi sekitar 44 hingga 56°C, menghasilkan produk dengan plastisitas yang rendah dan tidak meleleh secara sempurna pada suhu tubuh (Soares *et al.*, 2009).

Proses fraksinasi minyak sawit yang dilakukan di Indonesia umumnya terdiri dari dua tahapan. Tahap pertama adalah fraksinasi RBDPO yang menghasilkan RBD *palm olein* dan RBD *palm stearin*. RBD *palm olein* difraksinasi kembali menghasilkan super olein dengan bilangan iodin tinggi dan *palm mid fraction*, sedangkan RBD *palm stearin* difraksinasi menghasilkan *soft stearin* dan *hard stearin* (Hasibuan, 2012). Komposisi asam lemak dan karakteristik fisikokimia dari CPO, RBDPO, RBDP olein, RBDP stearin, dan RBD super olein dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Berdasarkan komposisi asam lemak, super olein mengandung asam oleat tinggi (42,61-46,03%) sedangkan RBDP stearin memiliki asam palmitat tinggi (57,30-66,07%). Bilangan iodin super olein merupakan yang tertinggi karena

mengandung asam lemak tidak jenuh tertinggi pula. Menurut Odoom dan Edusei (2015), semakin tinggi tingkat ketidakjenuhan asam lemak, maka jumlah iodine yang terserap semakin banyak, sehingga bilangan iodine yang semakin tinggi menunjukkan ketidakjenuhan atau jumlah ikatan rangkap yang lebih besar.

Tabel 2.1. Komposisi asam lemak dan karakteristik fisikokimia dari CPO, RBDPO, RBDP olein, RBDP stearin, dan RBDP super olein (Hasibuan, 2012)

Parameter	Produk minyak sawit				
	CPO	RBDPO	RBDP stearin	RBDP olein	RBDP super olein
Komposisi asam lemak					
C12:0	0,01 - 0,38	0,12 - 0,28	ND - 0,38	0,01 - 0,56	0,19 - 0,49
C14:0	0,79 - 1,45	0,87 - 1,19	1,04 - 1,37	0,86 - 1,21	0,81 - 1,23
C16:0	42,45 - 48,93	42,46 - 48,54	57,30 - 66,07	39,30 - 42,55	34,49 - 38,81
C16:1	TD - 0,30	0,13 - 0,16	0,07 - 0,11	0,13 - 0,20	0,16 - 0,22
C18:0	3,40 - 5,47	4,10 - 4,75	4,19 - 5,35	3,65 - 4,44	3,53 - 4,25
C18:1	34,85 - 40,78	35,23 - 41,67	22,09 - 29,89	40,48 - 44,11	42,61 - 46,03
C18:2	9,08 - 11,23	7,74 - 11,75	4,30 - 7,13	9,44 - 12,10	11,37 - 14,07
C18:3	0,10 - 0,34	0,06 - 0,24	0,04 - 0,13	0,05 - 0,30	0,11 - 0,23
C20:0	0,15 - 0,47	0,27 - 0,44	0,28 - 0,37	0,09 - 0,46	0,2 - 0,5
C20:1	TD	TD	TD	TD - 0,19	TD - 0,38
Bilangan Iodin (Wijs)	48,56 - 55,00	47,55 - 55,35	28,41 - 37,97	54,33 - 59,14	60,06 - 64,38
Titik leleh, °C	33,2 - 38,2	33,0 - 39,0	48,8 - 57,6	19,8 - 57,6	9,4 - 16,6
Bilangan penyabunan	196,1 - 201,3	197,8 - 199,2	200,7 - 202,3	197,1 - 198,2	195,9 - 198,3
Kadar asam lemak bebas (ALB) (%)	1,26 - 7,0	0,03 - 0,08	0,03 - 0,09	0,02 - 0,07	0,01 - 0,065
Kadar air dan kotoran (%)	0,01 - 0,015	0,01 - 0,03	0,01 - 0,02	0,01 - 0,02	0,005 - 0,02

Keterangan : TD = tidak terdeteksi

Berdasarkan SNI 01-2901-2006, bilangan iodine CPO berkisar antara 50-55 (Hasibuan, 2012). Arslana *et al.* (2017) melaporkan bahwa fraksi olein pada minyak sawit memiliki stabilitas oksidatif yang baik karena mengandung asam linoleat yang rendah serta merupakan sumber tokoferol yang dapat berperan sebagai

antioksidan. Kandungan karotenoidnya juga mampu menghambat oksidasi lipid yang diinduksi oleh cahaya.

Derawi *et al.* (2014) menyatakan bahwa bilangan penyabunan didefinisikan sebagai jumlah mg KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 g lemak pada kondisi tertentu. Odoom dan Edusei (2015) menyatakan bahwa bilangan penyabunan berkaitan dengan berat molekul rata-rata asam lemak. Lemak atau minyak yang memiliki bilangan penyabunan yang lebih kecil menunjukkan bahwa lemak atau minyak tersebut mengandung asam lemak dengan rantai yang lebih panjang. Hal ini disebabkan karena jumlah molekul gliserida per gram lemak lebih rendah, sehingga membutuhkan jumlah KOH yang lebih sedikit untuk saponifikasi. Sebaliknya, lemak yang mengandung gliserida berat molekul rendah (rantai yang lebih pendek) memiliki bilangan penyabunan yang lebih tinggi. Hasibuan (2012) melaporkan bahwa RBDP stearin memiliki bilangan penyabunan (200,71-202,30) lebih tinggi dibandingkan super olein (195,92-198,32). RBDP stearin memiliki asam palmitat yang tinggi sedangkan super olein memiliki asam oleat dan linoleat yang tinggi.

Kandungan lemak padat (*solid fat content*, SFC (%)) dari CPO, RBDPO, RBDP olein, dan RBDP stearin diukur sebagai fungsi suhu. Secara umum, RBDP stearin memiliki SFC tertinggi pada semua suhu yang disebabkan oleh RBDP stearin lebih jenuh dari fraksi lain. RBDP stearin disusun oleh trigliserida yang memiliki titik leleh tinggi. Sebaliknya, dengan RBDP olein memiliki SFC yang rendah pada setiap suhu dan mencair sempurna pada suhu 25°C (Hasibuan, 2012). Demirkesen dan Mert (2019) menyatakan bahwa SFC pada minyak dan lemak

adalah persentase bagian padat lemak pada suhu tertentu. SFC menunjukkan variasi konsistensi dan plastisitas produk pangan pada suhu tertentu. Adapun kandungan lemak padat CPO, RBDPO, RBDP olein, dan RBDP stearin dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kandungan lemak padat (%) CPO, RBDPO, RBDP olein, RBDP stearin (Hasibuan, 2012)

Suhu (°C)	Kandungan lemak padat (%)			
	CPO	RBDPO	RBDP olein	RBDP stearin
10	35,26 – 53,51	45,76 – 60,47	24,84 – 41,08	75,56 – 88,05
20	13,52 – 24,89	17,74 – 33,12	1,38 – 6,63	59,58 – 74,39
25	8,96 – 15,54	11,68 – 17,95	0 – 0,04	47,57 – 67,02
30	5,75 – 10,76	7,65 – 11,08	-	36,63 – 57,97
35	3,38 – 7,70	3,88 – 8,66	-	27,20 – 48,73
40	0,41 – 4,75	0,51 – 5,66	-	20,55 – 38,57

Palm olein umumnya digunakan untuk minyak goreng dan *salad oil*. *Palm olein* memiliki indeks viskositas, stabilitas oksidatif, serta titik nyala dan titik api yang baik. *Palm olein* mengandung trigliserida tidak jenuh terutama POO (33,3%) dan POP (29,6%) yang berperan penting dalam proses modifikasi kimia untuk menghasilkan produk baru (Derawi *et al.*, 2014). Mba *et al.* (2015) melaporkan bahwa minyak sawit mengandung total karotenoid sebesar 500-700 ppm, total tokoferol sebesar 500-600 ppm, total tokotrienol sebesar 1000-1200 ppm dan fitosterol 326-527 ppm. Tokotrienol dapat berperan sebagai antioksidan. Tokoferol dan tokotrienol juga memiliki efek sinergisme antioksidan dengan meregenerasi karoten (Yi *et al.*, 2011). Hashem *et al.* (2017) melaporkan bahwa stabilitas oksidatif fraksi olein minyak sawit lebih baik dari minyak biji bunga matahari dan minyak kedelai yang dilihat dari waktu periode induksi pada suhu 110°C yaitu