

ABSTRAK

Produk pangan olahan berbasis nabati kini semakin digemari oleh banyak kalangan. Pada umumnya produk olahan pangan nabati memiliki kandungan lemak yang relatif rendah. Hal ini memunculkan tantangan pada terkait karakteristik sensorik produk. Oleogelasi merupakan salah satu pendekatan dalam mengubah minyak nabati menjadi lemak padat yang disebut oleogel, tanpa mengubah karakteristik kimia minyak. Oleogel yang terbentuk dapat memperbaiki karakteristik produk olahan pangan seperti tekstur, kenampakan dan stabilitas. Minyak aromatik bawang putih menjadi bahan dasar pembentukan oleogel. Senyawa organosulfur *Allicin* memberikan karakteristik rasa dan aroma khas pada produk pangan olahan.

Pada penelitian ini dilakukan proses optimasi oleogel minyak aromatik bawang putih dengan menggunakan program *Design Expert* melalui pendekatan *Response Surface Methodology* dengan metode *Central Composite Design*. Respon analisis terdiri dari presentase berat oleogel, kadar air, *oil binding capacity* (OBC), warna, tekstur dan FTIR.

Hasil optimasi menghasilkan formulasi terpilih dengan nilai *desirability* 0,662 yang menunjukkan kemampuan formulasi dalam memenuhi target *multi respons* secara simultan. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa formula optimal menghasilkan oleogel 20,51%, kadar air 1,52%, *oil binding capacity* (OBC) 98,95%. Pada respon tekstur menunjukkan nilai *hardness* 431, 251 gf, *adhesiveness* 224,655 gf, *springiness* 1,17 dan *cohesiveness* 0,662. Pada respon warna menunjukkan nilai L* 72,49, °Hue 90,237 dan *gloss* 103,18.

Oleogel diaplikasikan pada *patty plant based*, hasil analisis tekstur serta warna pada *patty* dengan penambahan oleogel mendekati tekstur dan warna *patty* dengan penambahan margarin. Respon tekstur *patty* dengan penambahan oleogel menunjukkan *hardness* 176,43N, *adhesiveness* 4,35N, *springiness* 0,71 dan *cohesiveness* 0,598. Respon tekstur *patty* dengan penambahan margarin menunjukkan *hardness* 181,79, *adhesiveness* 5,65, *springiness* 0,765 dan *cohesiveness* 0,675. Respon warna pada *patty* dengan penambahan oleogel menunjukkan L* 4775, °hue 15,05 dan *gloss* 142,96. Respon warna pada *patty* dengan penambahan margarin menunjukkan L* 49,61, °hue 12,22 dan *gloss* 146,41.

Kata kunci: Oleogel, Templat Emulsi, *Patty Plant Based*, *Response Surface Method* (RSM), *Central Composite Design*

ABSTRACT

Plant-based processed food products are now increasingly popular across a wide range of consumers. In general, plant-based processed foods have relatively low fat content. This presents a challenge in terms of the product's sensory characteristics. Oleogelation is one approach for converting vegetable oil into a solid fat called oleogel, without changing the oil's chemical characteristics. The resulting oleogel can improve the characteristics of processed food products such as texture, appearance, and stability. Garlic aromatic oil is used as the base material for oleogel formation. The organosulfur compound allicin provides the distinctive flavor and aroma characteristics of processed food products.

This study carried out an optimization process for garlic aromatic oil oleogel using the Design Expert program through the Response Surface Methodology approach with the Central Composite Design method. The response analysis consisted of oleogel weight percentage, moisture content, oil binding capacity (OBC), color, texture, and FTIR.

The optimization results produced a selected formulation with a desirability value of 0.662, indicating the formulation's ability to simultaneously meet multiple response targets. Verification results showed that the optimal formula produced 20.51% oleogel, 1.52% moisture content, and 98.95% oil binding capacity (OBC). For the texture response, the values were hardness 431.251 gf, adhesiveness 224.655 gf, springiness 1.17, and cohesiveness 0.662. For the color response, the values were L 72.49, °Hue 90.237, and gloss 103.18.*

The oleogel was applied to a plant-based patty, and the texture and color analysis results for the patty with oleogel addition were close to those of the patty with margarine addition. The texture response of the patty with oleogel addition showed hardness of 176.43 N, adhesiveness of 4.35 N, springiness of 0.71, and cohesiveness of 0.598. The texture response of the patty with margarine addition showed hardness of 181.79, adhesiveness of 5.65, springiness of 0.765, and cohesiveness of 0.675. The color response of the patty with oleogel addition showed L 47.75, °Hue 15.05, and gloss 142.96. The color response of the patty with margarine addition showed L* 49.61, °Hue 12.22, and gloss 146.41.*

Keywords: Oleogel, Emulsion Template, Plant-Based Patty, Response Surface Method (RSM), Central Composite Design

ABSTRAK (BAHASA SUNDA)

Produk tuangeun olahan dumasar tutuwuhan (nabati) nuju nambahan populér di antawis sagala rupa kalangan. Sacara umum, produk tuangeun olahan dumasar tutuwuhan mibanda kandungan lemak anu relatif sakedik. Hal ieu nimbulkeun tantangan anu pakait sareng karakteristik sensorik produk. Oleogelasi mangrupikeun salah sahiji pendekatan kanggo ngarobih minyak nabati janten lemak padet anu kawentar ku sebutan oleogel, tanpa ngarobih karakteristik kimia minyakna. Oleogel anu dihasilkeun tiasa ningkatkeun karakteristik produk tuangeun olahan, sapertos tékstur, rupa (penampilan), sareng stabilitas. Minyak aromatik bawang bodas janten bahan dasar kanggo formasi oleogel. Senyawa organosulfur *allicin* maparin rasa sareng aroma anu khas kana produk kadaharan olahan.

Dina panalungtikan ieu, prosés optimasi kanggo oleogel minyak aromatik bawang bodas dilaksanakeun ngagunakeun program Design-Expert ngaliwatan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) kalayan metode *Central Composite Design* (CCD). Analisis réspon diwangun ku persentase beurat oleogel, kandungan cai, kapasitas ngiket minyak (*oil binding capacity/OBC*), warna, tékstur, sareng FTIR.

Hasil optimasi ngahasilkeun formulasi anu kapilih kalayan nilai *desirability* 0,662, anu nunjukkeun kamampuh formulasi kanggo sacara simultan nyumponan sababaraha udagan (réspon). Hasil verifikasi nunjukkeun yén rumus optimal ngahasilkeun 20,51% oleogel, 1,52% kandungan cai, sareng 98,95% kapasitas ngiket minyak (OBC). Réspon tékstur nunjukkeun katandasan (*hardness*) 431,251 gf, daya adhesi (*adhesiveness*) 224,655 gf, daya kenyal (*springiness*) 1,17, sareng daya kohesif (*cohesiveness*) 0,662. Réspon warna nunjukkeun nilai L^* 72,49, *Hue* 90,237, sareng kilap (*gloss*) 103,18.

Oleogel diterapkeun kana *patty* dumasar tutuwuhan. Hasil analisis tékstur sareng warna *patty* kalayan tambahan oleogel katingal caket (mirip) sareng *patty* anu ngagunakeun margarin. Réspon tékstur *patty* kalayan tambahan oleogel nunjukkeun katandasan 176,43 N, daya adhesi 4,35 N, daya kenyal 0,71, sareng daya kohesif 0,598. Réspon tékstur *patty* kalayan tambahan margarin nunjukkeun katandasan 181,79 N, daya lekat 5,65 N, daya kenyal 0,765, sareng daya kohesif 0,675. Réspon warna *patty* kalayan tambahan oleogel nunjukkeun L^* 47,75, warna° (*hue*) 15,05, sareng kilap 142,96. Réspon warna *patty* kalayan tambahan margarin nunjukkeun L^* 49,61, warna° (*hue*) 12,22, sareng kilap 146,41.

Kecap Konci: Oleogel, Citakan Émulsi, *Patty* dumasar Tutuwuhan, *Response Surface Methodology* (RSM), *Central Composite Design* (CCD).

PENGEMBANGAN OLEOGEL BERBASIS MINYAK AROMATIK BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI LEMAK

Miranti Putri Utami, S.T ¹⁾, Dr. Yellianty, S.Si., M.Si ²⁾, Dr. Ir. Sri Yuliani, MT ³⁾

- 1) Mahasiswa Magister Teknologi Pangan, Universitas Pasundan, Jl. Sumatra No 41, Bandung, 40117, Indonesia
- 2) Dosen Pascasarjana Teknologi Pangan, Universitas Pasundan, Jl. Sumatra No 41, Bandung, 40117, Indonesia
- 3) Peneliti Pusat Riset Teknologi Proses, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), (KST) B.J Habibie., Jalan Raya Puspiptek, Tangerang Selatan, 15314, Indonesia

Email: mirantiputri08@gmail.com

ABSTRAK

Produk pangan olahan berbasis nabati kini semakin digemari oleh banyak kalangan. Pada umumnya produk olahan pangan nabati memiliki kandungan lemak yang relatif rendah. Hal ini memunculkan tantangan pada terkait karakteristik sensorik produk. Oleogelasi merupakan salah satu pendekatan dalam mengubah minyak nabati menjadi lemak padat yang disebut oleogel, tanpa mengubah karakteristik kimia minyak. Oleogel yang terbentuk dapat memperbaiki karakteristik produk olahan pangan seperti tekstur, kenampakan dan stabilitas. Minyak aromatik bawang putih menjadi bahan dasar pembentukan oleogel. Senyawa organosulfur *Allicin* memberikan karakteristik rasa dan aroma khas pada produk pangan olahan.

Pada penelitian ini dilakukan proses optimasi oleogel minyak aromatik bawang putih dengan menggunakan program *Design Expert* melalui pendekatan *Response Surface Methodology* dengan metode *Central Composite Design*. Respon analisis terdiri dari presentase berat oleogel, kadar air, *oil binding capacity* (OBC), warna, tekstur dan FTIR.

Hasil optimasi menghasilkan formulasi terpilih dengan nilai *desirability* 0,662 yang menunjukkan kemampuan formulasi dalam memenuhi target *multi respons* secara simultan. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa formula optimal menghasilkan oleogel 20,51%, kadar air 1,52%, *oil binding capacity* (OBC) 98,95%. Pada respon tekstur menunjukkan nilai *hardness* 431, 251 gf, *adhesiveness* 224,655 gf,

springiness 1,17 dan *cohesiveness* 0,662. Pada respons warna menunjukkan nilai L^* 72,49, $^{\circ}\text{Hue}$ 90,237 dan *gloss* 103,18.

Oleogel diaplikasikan pada *patty plant based*, hasil analisis tekstur serta warna pada *patty* dengan penambahan oleogel mendekati tekstur dan warna *patty* dengan penambahan margarin. Respon tekstur *patty* dengan penambahan oleogel menunjukkan *hardness* 176,43N, *adhesiveness* 4,35N, *springiness* 0,71 dan *cohesiveness* 0,598. Respon tekstur *patty* dengan penambahan margarin menunjukkan *hardness* 181,79, *adhesiveness* 5,65, *springiness* 0,765 dan *cohesiveness* 0,675. Respon warna pada *patty* dengan penambahan oleogel menunjukkan L^* 4775, $^{\circ}\text{hue}$ 15,05 dan *gloss* 142,96. Respon warna pada *patty* dengan penambahan margarin menunjukkan L^* 49,61, $^{\circ}\text{hue}$ 12,22 dan *gloss* 146,41.

Kata kunci: Oleogel, Templat Emulsi, *Patty Plant Based*, *Response Surface Method* (RSM), *Central Composite Design*

ABSTRACT

Plant-based processed food products are now increasingly popular across a wide range of consumers. In general, plant-based processed foods have relatively low fat content. This presents a challenge in terms of the product's sensory characteristics. Oleogelation is one approach for converting vegetable oil into a solid fat called oleogel, without changing the oil's chemical characteristics. The resulting oleogel can improve the characteristics of processed food products such as texture, appearance, and stability. Garlic aromatic oil is used as the base material for oleogel formation. The organosulfur compound allicin provides the distinctive flavor and aroma characteristics of processed food products.

This study carried out an optimization process for garlic aromatic oil oleogel using the Design Expert program through the Response Surface Methodology approach with the Central Composite Design method. The response analysis consisted of oleogel weight percentage, moisture content, oil binding capacity (OBC), color, texture, and FTIR.

The optimization results produced a selected formulation with a desirability value of 0.662, indicating the formulation's ability to simultaneously meet multiple response targets. Verification results showed that the optimal formula produced 20.51% oleogel, 1.52% moisture content, and 98.95% oil binding capacity (OBC). For the texture response, the values were hardness 431.251 gf, adhesiveness 224.655 gf, springiness 1.17, and cohesiveness 0.662. For the color response, the values were L^ 72.49, $^{\circ}\text{Hue}$ 90.237, and gloss 103.18.*

The oleogel was applied to a plant-based patty, and the texture and color analysis results for the patty with oleogel addition were close to those of the patty with margarine addition. The texture response of the patty with oleogel addition showed hardness of 176.43 N, adhesiveness of 4.35 N, springiness of 0.71, and cohesiveness of 0.598. The texture response of the patty with margarine addition showed hardness of 181.79, adhesiveness of 5.65, springiness of 0.765, and cohesiveness of 0.675. The color response of the patty with oleogel addition showed L 47.75, °Hue 15.05, and gloss 142.96. The color response of the patty with margarine addition showed L* 49.61, °Hue 12.22, and gloss 146.41.*

Keywords: Oleogel, Emulsion Template, Plant-Based Patty, Response Surface Method (RSM), Central Composite Design

ABSTRAK (BAHASA SUNDA)

Produk tuangeun olahan dumasar tutuwuhan (nabati) nuju nambahan populér di antawis sagala rupa kalangan. Sacara umum, produk tuangeun olahan dumasar tutuwuhan mibanda kandungan lemak anu relatif sakedik. Hal ieu nimbulkeun tantangan anu pakait sareng karakteristik sensorik produk. Oleogelasi mangrupikeun salah sahiji pendekatan kanggo ngarobih minyak nabati janten lemak padet anu kawentar ku sebutan oleogel, tanpa ngarobih karakteristik kimia minyakna. Oleogel anu dihasilkeun tiasa ningkatkeun karakteristik produk tuangeun olahan, sapertos tékstur, rupa (penampilan), sareng stabilitas. Minyak aromatik bawang bodas janten bahan dasar kanggo formasi oleogel. Senyawa organosulfur *allicin* maparin rasa sareng aroma anu khas kana produk kadaharan olahan.

Dina panalungtikan ieu, prosés optimasi kanggo oleogel minyak aromatik bawang bodas dilaksanakeun ngagunakeun program Design-Expert ngaliwatan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) kalayan metode *Central Composite Design* (CCD). Analisis réspon diwangun ku persentase beurat oleogel, kandungan cai, kapasitas ngiket minyak (*oil binding capacity/OBC*), warna, tékstur, sareng FTIR.

Hasil optimasi ngahasilkeun formulasi anu kapilih kalayan nilai *desirability* 0,662, anu nunjukkeun kamampuh formulasi kanggo sacara simultan nyumponan sababaraha udagan (réspon). Hasil verifikasi nunjukkeun yén rumus optimal ngahasilkeun 20,51% oleogel, 1,52% kandungan cai, sareng 98,95% kapasitas ngiket minyak (OBC). Réspon tékstur nunjukkeun katandasan (*hardness*) 431,251 gf, daya adhesi (*adhesiveness*) 224,655 gf, daya kenyal (*springiness*) 1,17, sareng daya kohesif (*cohesiveness*) 0,662. Réspon warna nunjukkeun nilai L* 72,49, Hue 90,237, sareng kilap (*gloss*) 103,18.

Oleogel diterapkeun kana *patty* dumasar tutuwuhan. Hasil analisis tékstur sareng warna *patty* kalayan tambahan oleogel katingal caket (mirip) sareng *patty* anu ngagunakeun margarin. Réspon tékstur *patty* kalayan tambahan oleogel nunjukkeun katandasan 176,43 N, daya adhesi 4,35 N, daya kenyal 0,71, sareng daya kohesif 0,598. Réspon tékstur *patty* kalayan tambahan margarin nunjukkeun katandasan 181,79 N, daya lekat 5,65 N, daya kenyal 0,765, sareng daya kohesif 0,675. Réspon warna *patty* kalayan tambahan oleogel nunjukkeun L^* 47,75, warna° (*hue*) 15,05, sareng kilap 142,96. Réspon warna *patty* kalayan tambahan margarin nunjukkeun L^* 49,61, warna° (*hue*) 12,22, sareng kilap 146,41.

Kecap Konci: Oleogel, Citakan Émulsi, *Patty* dumasar tutuwuhan, *Response Surface Methodology* (RSM), *Central Composite Design* (CCD).

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Produk pangan berbasis nabati kini semakin digemari oleh banyak kalangan. Konsumen semakin familiar dengan ragam pangan berbasis nabati. Sejalan dengan peningkatan pasar akan produk berbasis nabati, telah muncul teknik yang memungkinkan membuat makanan dengan bahan dasar nabati namun memiliki penampilan yang mirip dengan produk pangan berbasis hewani. Di Indonesia sudah banyak ditemui produk – produk berbasis nabati seperti, tempe, tahu dan saat ini mulai berkembang produk *plant based* lainnya.

Pengembangan inovasi dari produk berbasis nabati biasanya banyak menggunakan bahan yang berasal dari jamur, biji-bijian, kacang-kacangan dan *legumes*. Pada umumnya pangan nabati memiliki kandungan lemak yang relatif rendah. Hal ini memunculkan tantangan pada pengembangan produk pangan berbasis nabati terkait karakteristik sensoris produk. Disisi lain lemak pada produk pangan berkontribusi pada terbentuknya tekstur, aroma dan cita rasa dalam pengolahan bahan pangan ialah sebagai media penghantar panas seperti minyak goreng, mentega dan margarin. Disamping itu untuk menambah kalori, memperbaiki tekstur dan cita rasa pada produk pangan (Yohana *et al.*, 2023).

Beberapa jenis minyak nabati yang ikut serta dalam pembentukan cita rasa ialah minyak kelapa sawit, minyak jagung, minyak zaitun, minyak kedelai, minyak wijen dan minyak bunga matahari. Namun saat ini mulai berkembang minyak nabati aromatik seperti minyak bawang putih (*garlic oil*), minyak bawang merah (*shallot oil*) dan minyak bawang bombay (*onion oil*).

Bawang putih dikenal sebagai salah satu bumbu yang hampir selalu digunakan dalam berbagai olahan. Bumbu ini memiliki peran penting dalam menyempurnakan cita rasa produk. Saat ini terdapat minyak bawang putih atau *garlic oil* yang kerap digunakan pada produk pangan. *Garlic oil* adalah minyak nabati

yang diperoleh dari bawang putih yang luas dipergunakan dalam bidang pangan. Penggunaan *garlic oil* pada pangan dapat meningkatkan rasa, aroma dan mempunyai kesan pengawet (Li *et al.*, 2023).

Saat diaplikasikan minyak aromatik bawang putih lebih praktis meskipun sediaan dalam bentuk cair masih memunculkan kelemahan seperti resiko kerusakan dan ruang lingkup penggunaan yang relatif terbatas. Oleh sebab itu perlu adanya suatu teknik modifikasi minyak aromatik bawang putih menjadi bentuk yang lebih sesuai dengan tujuan penggunaan. Sehingga ruang lingkup penggunaan menjadi lebih luas, serta dapat membantu mengoptimalkan karakteristik sensoris pada produk.

Berbagai pendekatan dalam mengubah minyak nabati menjadi lemak padat atau semi padat telah dilakukan untuk mengurangi lemak jenuh dan bebas lemak *trans*. Pendekatan struktur dengan gelasi yang dikenal “oleogelasi” dianggap sebagai pendekatan yang dapat membantu mengatasi permasalahan ini. Oleogelasi dapat di definisikan sebagai suatu proses dimana minyak nabati hidrofobik secara fisik terperangkap dalam jaringan 3 dimensi reversibel dengan bantuan oleogelator melalui interaksi yang berbeda (Manzoor *et al.*, 2022).

Metode *Response Surface Method* atau respons permukaan menjadi pilihan yang populer untuk menentukan optimasi prosedur analisis dengan menggunakan teknik *statistic multivariant*. Metode ini digunakan untuk optimalisasi proses pengolahan karena dapat menentukan proses terdekat dengan respons, sehingga jumlah percobaan relatif sedikit dan percobaan singkat. Penggunaan metode RSM dapat memetakan titik optimum dari beberapa variabel yang beragam dalam proses pengolahan (Pratiwi, 2024). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan formulasi terbaik secara optimal dalam pembuatan oleogel minyak aromatik bawang putih menggunakan program *Design Expert* metode *Central Composite Design*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, masalah yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini adalah bagaimana optimalisasi formula oleogel minyak aromatik bawang putih menggunakan program *Design Expert* metode *Central Composite Design* dan apakah oleogel minyak aromatik bawang putih (*Allium sativum L.*) dapat di aplikasikan pada produk olahan pangan?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mempelajari dan mengetahui formulasi optimal pembuatan oleogel minyak aromatik bawang putih dengan menggunakan *Design Expert Metode Central Composite Design*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formulasi optimal pada pembuatan oleogel minyak aromatik bawang putih dengan menggunakan *Design Expert Metode Central Composite Design*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diantaranya adalah:
Untuk mendapatkan formulasi optimal dari pembuatan oleogel minyak aromatik bawang putih dengan menggunakan *Design Expert Metode Central Composite Design*. Serta memberikan pengetahuan dan wawasan mengenai oleogel sebagai salah satu alternatif bahan yang dapat meningkatkan karakteristik sensorik produk.

2. Bahan Metode Penelitian

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak aromatik bawang putih kating dengan basis minyak kelapa sawit (*Mberebes Mili Food*) diperoleh dari *marketplace*, *aquadest*, *xanthan gum* (Subur Kimia Jaya) dari *marketplace*, *polysorbate 80* (*Tween 80 Sigma Aldrick P1754*), *beeswax* diperoleh dari PT. Tritunggal Arthamakmur. Sedangkan bahan yang digunakan untuk membuat *patty plant base* adalah jamur tiram putih dari Pasar Tradisional Serpong, *dried* batang jamur *shitake* (*Jaya Food Supply*) diperoleh dari *marketplace*,

tepung sagu (*Sago Indonesia Corner*) diperoleh dari *marketplace*, oleogel MABP, merica, garam dan gula pasir.

2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian diantaranya, *magnetic stirrer Heidolph MR 3001* (*Heidolph Instruments, German*), mesin pendispersi berenergi tinggi (*Ultra-turrax T25, IKA, German*), oven pengering (*Yamato DNE611, Japan*), mesin grinder (*Taffware High Speed Grinder CE. Indonesia*), timbangan analitik (*Kern Precision Balance KB 2000-2N 2000gr; 0.01gr; German*, *aluminium tray, baker glass 300 mL*, spatula, *blender (Bolde Super blade X-8)*), *steamer (Han River Food Steamer)*.

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari tiga perlakuan yaitu:

1. Konsentrasi *xanthan gum* (XG), dengan taraf; 2%, 1,6%, 1%, 0,4%, 0%
2. Konsentrasi *beeswax* (BW), dengan taraf; 2%, 1,6%, 1%, 0,4%, 0%
3. Konsentrasi *polysorbate 80* (PS), dengan taraf 5%, 4,4%, 3,5%, 2,6%, 2%

2.2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode *Respons Surface Method* (RSM) desain *Central Composite Design* (CCD) melalui aplikasi perangkat lunak *Design Expert 13*, didapat 20 formulasi percobaan.

2.2.3 Rancangan Analisis

Data hasil analisis diolah menggunakan perangkat lunak *Design Expert 13* dengan model percobaan *Central Composite Design* (CCD) untuk *Response Surface Method* (RSM). Respon hasil akan dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) satu persatu untuk mengetahui pengaruh masing – masing perlakuan pada taraf 5%.

2.2.4 Rancangan Respon

Rancangan respon yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi respon kimia terdiri

dari berat kering (oleogel), kadar air, *oil binding capacity* (OBC) dan FTIR. Sedangkan untuk respon fisik terdiri dari tekstur dan warna.

3. Prosedur Penelitian

3.1 Pembuatan Oleogel Minyak Aromatik Bawang Putih (MABP)

Pembuatan oleogel MABP dilakukan dengan menggunakan metode tidak langsung yaitu pendekatan templat emulsi yang mengacu pada Espert, M., *et al* (2022). Pembentukan emulsi, *water phase* larutkan *xanthan gum* dalam *aquadest* selama 20 menit dengan kecepatan bertahap mulai dari 600 – 1250 rpm. Untuk *oil phase*, lelehkan *beeswax* dalam MABP dengan kecepatan 400 rpm pada suhu 70 °C. Campurkan *water phase* dengan *oil phase* menggunakan alat pendispersi berenergi tinggi *Ultra Turax* dengan kecepatan 13.500 selama 1 menit dan 17.500 selama 1 menit, keringkan pada oven selama 24 jam. Setelah kering, *shear* sebanyak 5 siklus (3 detik/ siklus).

3.2 Aplikasi Oleogel Pada Patty

Rendam *dried* batang jamur *shitake* dalam air bersih selama 24jam. *Chopper* batang jamur *shitake* (*Lentinula edodes*.) dan jamur tiram putih (*Allium sativum L.*), tambahkan putih telur, tepung sagu, merica, gula, garam dan oleogel MABP hingga tercampur sempurna. Cetak bahan dengan diameter 8 cm, kemudian kukus selama 7 menit.

4. Hasil dan Pembahasan

Oleogel didefinisikan sebagai sistem gel yang mengandung minyak dan terperangkap atau diimobilisasi dalam jaringan tiga dimensi molekul gelator atau campuran gelator. Berdasarkan skema yang digunakan untuk penyebaran zat struktural dalam minyak, metode oleogelasi diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu metode langsung dan metode tidak langsung (Sivakanthan, 2022).

4.1 Berat Kering

Berat kering adalah berat akhir oleogel yang terbentuk dari formulasi awal. Persentase oleogel yang didapat dari 20 percobaan ialah berkisar antara 16,63% - 21,53%. Hasil olah data *software Design Expert 13* menunjukkan

bahwa model yang terpilih adalah model *quadratic*.

Mekanisme oleogelasi dalam membentuk oleogel templat emulsi terdiri dari 3 tahap yaitu pembentukan emulsi o/w, pembentukan struktur jaringan 3D dan pengeringan. Berat kering yang terbentuk dipengaruhi oleh stabilitas emulsi yang terbentuk. Hal ini dibuktikan dengan data yang diperoleh, XG menjadi faktor utama yang mempengaruhi respon berat kering Espert *et al.*, (2022).

4.2 Kadar Air

Persentase kadar air yang didapat dari 20 percobaan ialah berkisar antara 0,32% -1,89%. Hasil olah data *Software Design Expert 13* menunjukkan bahwa model yang terpilih adalah model *quadratic*.

Xanthan gum mempengaruhi kadar air disebabkan oleh adanya air terikat pada matriks hidrofilik. Pada saat pengeringan sebagian besar air teruapkan dan sebagian kecil lainnya terjebak di dalam rongga-rongga rapat pada jaringan polimer kering yang menjebak tetesan minyak. Espert *et al.*, (2022), jaringan polimer akan semakin rapat ketika konsentrasi XG semakin tinggi. Sehingga saat pengeringan air sulit untuk teruapkan sepenuhnya. Keadaan ini dapat menahan sebagian air terikat dalam matriks. Namun pada konsentrasi tertentu dapat mempercepat pembentukan struktur padat yang mendorong pelepasan air bebas.

4.3 Oil Binding Capacity (OBC)

Oil Binding Capacity (OBC) atau kapasitas pengikatan minyak, Wang *et al* (2023) nilai *oil binding capacity* digunakan untuk mengkarakterisasi kemampuan pengikatan oleogelator dalam oleogel terhadap minyak dan untuk menunjukkan kemampuan struktur oleogel dalam menjebak minyak. Hasil respon menunjukkan bahwa persentase *oil binding capacity* (OBC) tertinggi yaitu 99,352 %. Hasil olah data *Software Design Expert 13* menunjukkan bahwa model yang terpilih adalah model *quadratic*.

XG mempengaruhi peningkatan OBC, karena kemampuannya dalam meningkatkan viskositas emulsi. Hal ini menjadi awal terbentuknya emulsi yang stabil dan memberikan pengaruh baik dalam pembentukan jaringan tiga dimensi. Espert *et al* (2022), kemampuan tinggi XG untuk membentuk ikatan hidrogen serta interaksi hidrofobik dalam memberikan stabilitas antarmuka yang tinggi, menjadikan stabilitas oleogel akhir meningkat. Penelitian Meng Zong dan Qi Keyu (2018), XG meningkatkan viskositas fase air kontinu dan bertindak sebagai agen pengental. Stabilitas emulsi menjadi meningkat oleh XG dan koalensi tetesan minyak dapat dicegah. Oleogel dengan jaringan yang kompak dapat terbentuk dari emulsi yang stabil dengan kekuatan mekanik yang lebih tinggi.

4.4 Analisis Warna

Warna L^* , a^* , dan b^* atau CIE Lab didefinisikan oleh *Commission Internationale de l'Eclairage* dan diterima secara luas sebagai pengukuran warna pada produk pangan. Semua warna merupakan kombinasi merah, hijau, dan biru, dengan reseptor mata manusia (Bharti, 2021).

Hasil respon menunjukkan bahwa nilai L^* (kecerahan) tertinggi yaitu 75,80. Semakin kecil dan seragam ukuran droplet minyak yang terperangkap dalam matriks polimer, semakin tinggi luas permukaan antarmuka. Kondisi ini meningkatkan kemampuan matriks untuk menghamburkan cahaya secara intensif. Hal ini membuat penampilan fisik oleogel terlihat lebih putih, *opaque* sehingga menaikkan nilai L^* (Huang dan Oztur, 2025). Dalam sistem templat emulsi *beeswax* berperan sebagai agen ko-stabilisasi sekunder yang mengkristal di sekitar droplet minyak. Secara visual, hamburan cahaya dari kristal *beeswax* ini membuat gel tampak keruh atau putih susu, yang secara otomatis meningkatkan nilai L^* menjadi lebih tinggi (Salama *et al.*, 2024).

Pada parameter $^{\circ}\text{hue}$ berada pada nilai 84,12 – 114,348 yaitu pada rentang warna kuning hingga *cyan*. Letak kuadran $^{\circ}\text{Hue}$ pada lingkaran warna ditentukan dari letak nilai

positif atau negatif dari (a^*) dan (b^*). Nilai absolut a^* bernilai negatif, berkisar pada -0,9 hingga -0,49. Hal ini terjadi karena *xanthan gum* mengurangi komponen warna kemerahan dan menggeser warna oleogel ke arah hijau. Nilai absolut b^* bernilai positif dengan nilai berkisar 11,04 hingga 19,15. *Beeswax* berkontribusi melalui pigmen alami (*karotenoid* dan *flavonoid*) yang menaikkan nilai absolut b^* (Singh *et al*, 2021). *Gloss* atau kilap permukaan diukur berdasarkan rasio refleksi *specular* terhadap total cahaya yang mengenai permukaan oleogel. Pada parameter *gloss* didapatkan nilai 68,69 – 111,69. Interaksi konsentrasi *xanthan gum* dan konsentrasi *beeswax* yang tepat dapat menghasilkan struktur ikatan silang yang rapat. Minyak terperangkap sempurna di dalam matriks *xanthan gum* dengan *beeswax*, tanpa mengalami *oil bleeding*. Persentase *oil binding capacity* (OBC) pada oleogel yang tinggi akan memerangkap minyak dengan baik dalam jaringan yang terbentuk oleh oleogelator. Permukaan oleogel akan cenderung kering dan menghasilkan penampakan yang *matte*.

4.5 Tekstur

Parameter *hardness* mengukur secara kuantitatif kekuatan dan stabilitas struktural dari produk. Parameter *hardness* merupakan puncak maksimum pada tekanan pertama (Chen *et al*, 2024). Hasil analisis menunjukkan nilai *hardness* berkisar pada 84,7 – 928,11 g atau 1,24-9,1N. Pembentukan oleogel templat emulsi melibatkan *xanthan gum* untuk memastikan keutuhan struktur makro. Ketika konsentrasi *xanthan gum* rendah, emulsi akan mudah pecah dan saat pengeringan struktur akan hancur atau kolaps. Viki *et al*, (2025) menyampaikan *hardness* berhubungan dengan ikatan-ikatan silang dalam gel yang akan membentuk jaringan tiga dimensi yang saling berkesinambungan. Matriks ini akan menjebak minyak dalam gel yang kemudian akan membentuk struktur padat dan kompak. Hal tersebut secara langsung mencegah struktur oleogel hancur saat menerima gaya tekanan

luar, sehingga meningkatkan nilai *hardness* secara signifikan.

Parameter *Adhesiveness* atau daya rekat mengacu pada kekuatan ikatan internal dari bahan penyusun dan kemampuannya untuk menahan kerusakan akibat faktor eksternal (Zubairee *et al*, 2024). Hasil analisis nilai *adhesiveness* berkisar pada 1,69N - 2,49N. Li *et al*, (2025) karakteristik alami *xanthan gum* yang higroskopis dan cenderung membentuk gel viskoelastis yang lentur memberikan kontribusi pada sifat *tackiness* (kelengketan).

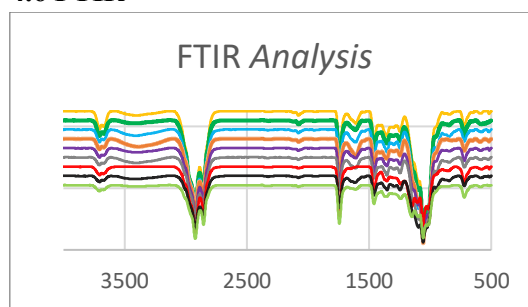
Peningkatan konsentrasi *xanthan gum* mempertebal lapisan dinding polimer yang mengelilingi droplet minyak. Feyzi *et al* (2018), parameter *adhesiveness* sebagian besar disebabkan oleh lapisan tipis minyak bebas yang menciptakan gaya tarik viskos antara sampel dan *probe*, saat *probe* ditarik kembali. Semakin tinggi konsentrasi *beewax*, semakin banyak minyak yang terperangkap secara kuat dalam jaringan kristal, sehingga minyak bebas di permukaan yang berkontribusi terhadap *adhesiveness* menurun.

Parameter *springiness* atau elastisitas dapat diartikan sebagai waktu pemulihan antara akhir tekanan pertama dan awal tekanan kedua (Atmaka *et al*, 2021). Hasil analisis menunjukkan nilai *springiness* berkisar pada 0,27 – 4,1 (27-41%). Kisaran nilai tersebut menunjukkan sifat cenderung plastis hingga membal. Rentan nilai *springiness* yang fluktuatif ini disebabkan oleh ragam formulasi yang menyentuh konsentrasi diluar konsentrasi utama (titik aksial). Pada formulasi tertentu ketika ditekan pada kompresi pertama, jaringan kristal akan patah secara *ireversibel*. Struktur gel rusak, kemudian minyak mengalami sineresis (Li *et al*, 2024). Sehingga, saat alat menganalisis sampel tidak memiliki kekuatan struktural untuk membal kembali ke atas. Hal ini menghasilkan nilai *springiness* yang rendah.

Parameter *cohesiveness* mewakili kemampuan jaringan untuk mempertahankan keutuhan struktur (Han *et al*, 2024). Hasil penelitian menunjukkan nilai *cohesiveness* berkisar pada 0 – 1,04. Nilai *cohesiveness* dan

adhesiveness sampel oleogel tidak dipengaruhi oleh konsentrasi oleogelator yang digunakan. Melainkan lebih dipengaruhi oleh jenis minyak atau sifat alami fase cairnya (*oil nature*). Minyak tinggi asam lemak tak jenuh ganda tidak merespons penguatan struktur polimer sebaik minyak yang lebih jenuh. Saat oleogel ditekan, ikatan antar fase di dalam oleogel berbasis minyak dengan asam lemak tak jenuh ganda lebih mudah pecah dan bahkan tidak mempertahankan keutuhannya (Espert *et al*, 2026).

4.6 FTIR



Analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) pada oleogel dilakukan untuk mengidentifikasi interaksi molekuler dan gugus fungsi yang terbentuk antara minyak cair (*liquid oil*) dengan agen penstruktur (*oleogelator*). Puncak yang sangat kuat dan tajam muncul pada kisaran 2920,55 hingga 2922,51 cm^{-1} dan 2853,76 hingga 2856,51 cm^{-1} . Area ini menunjukkan regangan gugus alifatik. Puncak tajam terdeteksi pada 1739,53 hingga 1742,32 cm^{-1} , merupakan puncak khas untuk regangan ikatan karbonil ester (C=O). Gugus ini berasal dari ikatan ester trigleserida pada minyak, gugus ester penyusun utama dari *beeswax* seperti mirisil palmitat, serta gugus ester dari polisorbitat 80. Puncak sidik jari dominan dari semua sampel pada kisaran 1010,57 cm^{-1} hingga 1149,51 cm^{-1} . Puncak-puncak tajam yang berhimpitan di daerah sidik jari ini mewakili regangan ikatan ester (C-O) dan ikatan glikosidik (C-O-C) yang menyusun tulang punggung *xanthan gum*.

Secara keseluruhan hasil analisis FTIR pada oleogel minyak aromatik bawang putih dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat puncak serapan baru, melainkan pergeseran kecil pada

bilangan gelombang fasa polimer. Hal ini membuktikan bahwa interaksi yang mendominasi pembentukan oleogel templat emulsi ini adalah interaksi fisik tak-kovalen. *Sivakanthan* (2022), menyampaikan proses pembuatan gel kontinu berbasis minyak (oleogelasi) merupakan metode fisik untuk mengubah minyak cair menjadi gel (oleogel) tanpa mengubah karakteristik kimia minyak.

4.7 Optimasi Formulasi Terpilih

Formulasi optimal dipilih berdasarkan nilai *desirability* yang paling terbesar dan mendekati 1. Nilai *desirability* formula optimal yaitu sekitar 0,662 dengan keterangan *selected* yang menunjukkan bahwa berdasarkan hasil optimum yang telah dilakukan, proses paling optimal 1 yang memenuhi target optimasi yang diinginkan. Formulasi yang ditawarkan yaitu pada konsentrasi XG 1,4%, konsentrasi BW 0,4% dan konsentrasi PS 4,4%.

4.8 Analisis Tekstur Patty

Tekstur merupakan analisis yang mencerminkan interaksi fisik antara bahan penyusun *patty*. Analisis tekstur mencerminkan sensasi fisik makanan saat dikunyah dalam mulut seperti kerenyahan, kelembutan, atau kekenyalan. Hasil analisis tekstur *patty* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Tekstur Patty

Kode Sampel	A	B	C	D	E
(P) 0%	122,36	137,81	-0,75	0,661	0,561
(PO) 0,4%	176,43	-	-4,35	0,710	0,662
(PM) 0,4%	181,79	-	-5,65	0,765	0,675

Keterangan: A: *Hardness*, B: *Fracturability*, C: *Adhesiveness*, D: *Springiness*, E: *Cohesiveness*, PO: Patty (+ oleogel), PM: Patty (+ margarin)

Pada parameter *hardness*, (P) mengalami peningkatan yang tinggi setelah ditambahkan oleogel yaitu dari 12472,788 (P) menjadi 17984,475 (PO). Sedangkan jika dibandingkan dengan (PM) nilai *hardness* (PO) masih dibawah nilai *hardness* (PM) namun cukup mendekati. Oleogel minyak aromatik ini berperan sebagai *active filler* yang berinteraksi

baik dengan matriks hidrofilik bahan *patty* yaitu pati sagu dan protein jamur. Parameter *adhesiveness* pada (P) cukup rendah yaitu 76,322, ketika ditambahkan oleogel (PO) nilai *adhesiveness* jauh meningkat menjadi 443,665. *Adhesiveness* (PO) berada di bawah nilai *adhesiveness* (PM). Namun nilai tersebut menggambarkan kesesuaian dengan kriteria yang diharapkan. Matriks padat oleogel dapat memberikan integritas struktural. Sementara keluarnya minyak yang diinduksi geser menghasilkan lapisan minyak pada permukaan sehingga meningkatkan lubrikasi. Pada parameter *springiness*, (PO) memiliki nilai yang lebih tinggi dari (P). Meskipun jika dibandingkan dengan (PM), nilai *springiness* (PO) masih dibawah namun mendekati nilai *springiness* (PM). Penambahan oleogel membuat *patty* menjadi lebih kenyal. Berkaitan dengan parameter *cohesiveness*, kekuatan internal *patty*. Hal ini dikarenakan oleogel memperbaiki ikatan internal antara serat jamur dengan pati sagu. Efek sinergi antara molekul ini membuat ikatan internal *patty* menjadi lebih kuat. Sehingga ketika diberikan tekanan *patty* mampu kembali ke bentuk semula dengan cepat (*Rouning et al*, 2025).

4.9 Analisis Warna Patty

Hasil analisis warna pada *patty* jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan batang jamur *shitake* (*Lentinus edodes*) dapat dilihat pada Tabel 36.

Tabel 2. Analisis Warna Patty Plant Based

Parameter	P 0%	PO 0,4%	PM 0,4%
L*	47,84	45,68	49,61
Hue	74,96	75,03	77,62
Gloss	171,40	182,44	146,41

Penambahan oleogel (PO) secara mikroskopis akan mengisi celah, pori dan rongga udara mikro di antara jaringan serat jamur dan pati sagu. Sehingga permukaan adonan menjadi lebih padat, kompak, dan meminimalkan jebakan udara permukaan. Hal ini secara fisis dapat menurunkan kemampuan hamburan cahaya putih pada campuran bahan

sehingga produk tampak lebih gelap (Rahmawati *et al*, 2024).

Peningkatan nilai $^{\circ}hue$ dari 74,96 menjadi 75,03 menunjukkan pergeseran spektrum warna dasar dari merah-kekuningan (*yellowish-red*) ke kuning (*yellow*). Ketika oleogel dicampurkan ke dalam campuran bahan *patty* (PO), pigmen dari matriks oleogel memicu pergeseran refleksi panjang gelombang instrumen dalam membaca warna. Sehingga terbaca ke arah spektrum kuning dan terjadi peningkatan nilai $^{\circ}hue$.

Parameter *gloss* mengukur kemampuan permukaan produk pangan dalam memantulkan cahaya searah. PO memiliki nilai lebih tinggi dari P dan PM yaitu 182,44 sedangkan P dan PM sebesar 171,40 dan 146,41. Oleogel menjebak minyak dalam jaringan tiga dimensi. Ketika dicampurkan ke dalam adonan *patty*, komponen *lipid* pada oleogel akan tersebar. Tekanan mekanis selama pencampuran bahan dan pencetakan membuat sebagian fraksi minyak dari oleogel akan bergerak ke permukaan *patty*. Minyak bebas yang melapisi permukaan ini memantulkan cahaya secara spekular, sehingga menciptakan penampakan visual yang kilap (*glossy*) (Han *et al*, 2023).

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Metode *Central Composite Design* terbukti efektif dalam menentukan formulasi optimal oleogel MABP, yang ditunjukkan dengan nilai *desirability* sebesar 0,662. Nilai ini menunjukkan bahwa formulasi tersebut mampu memenuhi target *multi-respon* secara simultan dan seimbang.
2. Formulasi optimal oleogel menghasilkan karakteristik fisik dan kimia yang baik dengan berat kering oleogel 20,98% (prediksi) dan 20,51% (verifikasi), kadar air 1,45% (prediksi) dan 1,25% (verifikasi), *oil binding capacity* 98,595% (prediksi) dan 98,95% (verifikasi). Seluruh nilai tersebut berada dalam 95% *confidence interval* dan

tolerance interval, sehingga menunjukkan keandalan model optimasi

3. Respon tekstur menunjukkan kesesuaian dengan baik antara nilai prediksi dan hasil verifikasi yaitu *adhesiveness* 600,438 g (prediksi) dan 413, 251 g (verifikasi), *adhesiveness* 243,832 g (prediksi) dan 224, 655 g (verifikasi), *springiness* 2,223 (prediksi) dan 1,17 (verifikasi) dan *cohesiveness* 0,644 (prediksi) dan 0,662 (verifikasi), seluruhnya berada dalam 95% *tolerance interval*, sehingga menunjukkan karakter oleogel yang stabil dan kokoh.
4. Hasil FTIR oleogel MABP menunjukkan tidak terdapat puncak serapan baru, melainkan pergeseran kecil pada bilangan gelombang fasa polimer. Hal ini membuktikan pembentukan oleogel MABP merupakan metode fisik tanpa mengubah karakteristik kimia minyak
5. Respon warna menunjukkan kesesuaian dengan baik antara nilai prediksi dan hasil verifikasi yaitu pada parameter L^* 69,99 (prediksi) dan 72,49 (verifikasi), $^{\circ}Hue$ 89,13 (prediksi) dan 90,23 (verifikasi) dan *gloss* 83,239 (prediksi) dan 103,18 (verifikasi).
6. Pada aplikasi 0,4% oleogel MABP dalam *patty plant based*, menunjukkan peningkatan nilai tekstur pada masing-masing parameter. Pada *patty plant based* dengan 0,4% oleogel memiliki nilai *hardness* sebesar 176,43 N yang semula 122,36 N, *adhesiveness* 4,35N semula 0,75N, *springiness* 0,71 semula 0,661, *cohesiveness* 0,662 semula 0,561 dan tidak terjadi *fracture*. Pada *patty plant based* tanpa penambahan oleogel memiliki nilai *fracturability* 137,81N. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan 0,4% oleogel pada *patty plant based* membentuk testur *patty* menjadi lebih baik.
7. Pada aplikasi 0,4% oleogel MABP dalam *patty plant based*, respon warna pada parameter L^* menurun semula

47,84 menjadi 45,68, parameter °hue meningkat semula 74,96 hingga 75,03 dan parameter *gloss* meningkat semula 171,40 menjadi 182,44. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan oleogel pada *patty* meningkatkan nilai parameter *gloss*. Parameter L* dan °hue masih berada di bawah nilai L* dan °hue *patty* dengan penambahan margarin.

8. Respon analisis tekstur dan warna pada *patty* dengan penambahan oleogel mendekati nilai tekstur dan warna *patty* dengan penambahan margarin. Hal ini menunjukkan oleogel MABP dapat menjadi alternatif substitusi lemak pada produk pangan nabati

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut seperti *Differential Scanning Calorimetry (DSC)* untuk mengetahui *melting profile* dan stabilitas penyimpanan pada suhu ruang serta analisis *Thermogravimetric Analysis (TGA)* untuk menentukan kelayakan aplikasi oleogel pada pangan dalam suhu tinggi.
2. Perlu dilakukan pengembangan pembentukan oleogel dengan menggunakan *plant wax* dengan surfaktan alami untuk meningkatkan daya terima konsumen

DAFTAR PUSTAKA

- Li, S., Chen, J., Liu, Y., Qiu, H., Gao, W., Che, K., Zhou, B., Liu, R., & Hu, W. (2023). *Characterization of garlic oil/ β -cyclodextrin inclusion complexes and application*. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1308787>
- Manzoor, S., Masoodi, F. A., Naqash, F., & Rashid, R. (2022). *Oleogels: Promising alternatives to solid fats for food applications*. In *Food Hydrocolloids for Health (Vol. 2)*. Elsevier B.V.
- <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2022.100058>
- Meng, Z., Qi K., Guo, Y., Wang, Y., & Liu, Y. (2018) *Effect of Thickening agents on the Formation and Properties of Edible Oleogels Based on Hydroxypropyl Methyl Cellulose*. *Food Chemistry*
- Espert, M., Hernández, M. J., Sanz, T., & Salvador, A. (2022). *Rheological properties of emulsion templated oleogels based on xanthan gum and different structuring agents*. *Current Research in Food Science*, 5, 564–570. doi.org/10.1016/j.crfs.2022.03.001
- Espert, M., Sanz, T., & Salvador, A. (2026). *Comparison of Oleogels Obtained by Emulsion Template Approach: Influence of Oil Type and Gelling Agent Concentration on Mechanical and Structural Properties*. *Gels*, 12(4), 319
- Han C, Gaoshang W, Jian G, Jinmei W dan Xiaoquan. (2023). *Oral oil release improves lubrication and sensory properties of meat analogs with protein-stabilized oleogel*. [Doi.1016/j.foodhyd.2023.108788](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108788)
- Han, T., Xie, J., Li, J., & Li, C. (2024). *Emulsion-templated soy protein isolate-polysaccharide oleogels: Preparation, properties, and application as fat substitutes in sponge cakes*. *Journal of Food Process Engineering*, 47(7), doi.org/10.1111/jfpe.70695
- Huang, Elen L. & Oguz Kaan Ozturk. (2025). *Zein-based oleogels: Oil type impact on functionality in plant-based fat alternatives in 3D printing*. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.147840
- Salama Saleh, M. N., & Ibrahim, A. (2024). (2024). *Preparation and Evaluation of Oleogels Incorporated with Moringa oleifera Leaves Extract in Biscuits Production*. Agriculture Research Center Giza Egypt. *Food Techonoly Research*

Journal
.doi.org/10.21608/ftj.2024.279391.1064.

Wiley and Sons Inc. doi.org/10.1111/1541-4337.12966

- Sigh Narwal,R & Rustagi, S. (2024). *Development and characterization of beeswax-rice bran oil based OLEOGEL for fat replacement in gluten free cake. African Journal of Biomedical Research*, 27, 457–474.
- Sivakanthan, S., Fawzia, S., Madhujith, T., & Karim, A. (2022). *Synergistic effects of oleogelators in tailoring the properties of oleogels: A review. In Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety (Vol. 21, Issue 4, pp. 3507–3539). John*
- Viki H, Salsabila A, dan Bintang G. (2025). *Aplikasi Oleogel Virgin Coconut Oil (VCO) dengan Kombinasi Gelator Cocoa Butter dan Beeswax dalam Pembuatan White Chocolate Spread". Agrotenika* Volume 8, Nomor 4, Halaman 852-865