

FORMULASI NANOEMULSI PICKERING α -MANGOSTIN (*Garcinia mangostana* Linn) MENGGUNAKAN *BOX-BEHNKEN DESIGN*

SKRIPSI

**MUTIARA ALHAMD
A221019**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

FORMULASI NANOEMULSI PICKERING α -MANGOSTIN (*Garcinia mangostana* Linn) MENGGUNAKAN *BOX-BEHNKEN DESIGN*

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**MUTIARA ALHAMD
A221019**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

**FORMULASI NANOEMULSI PICKERING α -MANGOSTIN (*Garcinia mangostana*
Linn) MENGGUNAKAN *BOX-BEHNKEN DESIGN*
LEMBAR PENGESAHAN**

**MUTIARA ALHAMD
A221019**

Juni 2026

Disetujui oleh:

Pembimbing



Prof. Dr. apt. Sukmadjaja Asyarie

Pembimbing



apt. Yola Desnera Putri, M. Farm.

Kutipan atau saduran ini sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia

Skripsi ini kupersembahkan untuk Allah SWT, diri sendiri, ibu dan bapak tercinta, serta kedua adikku tersayang yang senantiasa menjadi sumber kekuatan dan alasan untuk terus bertahan

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan
(QS. Al-Insyirah (94):5)

ABSTRAK

α -mangostin merupakan senyawa xanton utama dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* Linn.) yang memiliki berbagai aktivitas farmakologis dan diperlukan sistem penghantaran yang mampu meningkatkan stabilitasnya. Nanoemulsi Pickering merupakan sistem emulsi yang distabilkan oleh partikel padat pada antarmuka minyak dan air. Penelitian ini bertujuan memperoleh formula optimum nanoemulsi Pickering α -mangostin menggunakan metode *Box–Behnken Design* (BBD). Nanoemulsi Pickering α -mangostin diformulasikan menggunakan nanopartikel kitosan-tripolifosfat (TPP) sebagai penstabil Pickering. Faktor yang dioptimasi meliputi konsentrasi minyak biji bunga matahari (0,5–2%), Tween 20 (0,5–2%), dan kitosan-TPP (25–75%), serta respon berupa persen transmitan. Formula optimum selanjutnya divalidasi dan dikarakterisasi. Hasil optimasi menunjukkan formula optimum terdiri atas minyak biji bunga matahari 0,5%, Tween 20 0,5%, dan kitosan-TPP 75% dengan nilai *desirability* 0,314. Nilai transmitan aktual sebesar $90,400 \pm 0,265\%$, viskositas $3,77 \pm 0,137$ cP, pH 4,32, ukuran droplet 536,3 nm, PDI 0,8736, dan zeta potensial -12,19 mV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode BBD dapat digunakan untuk memperoleh formula optimum nanoemulsi Pickering α -mangostin.

Kata kunci: α -mangostin, *box-behnken design*, kitosan-TPP, nanoemulsi Pickering, transmitan.

ABSTRACT

α -Mangostin is the major xanthone compound found in the pericarp of mangosteen (Garcinia mangostana Linn.) and exhibits a wide range of pharmacological activities. However, an appropriate drug delivery system is required to improve its stability. Pickering nanoemulsions are emulsion systems stabilized by solid particles adsorbed at the oil–water interface. This study aimed to obtain the optimum formulation of an α -mangostin Pickering nanoemulsion using the Box–Behnken Design (BBD) approach. The Pickering nanoemulsion was formulated using chitosan–tripolyphosphate (TPP) nanoparticles as the Pickering stabilizer. The formulation variables included sunflower seed oil (0.5–2%), Tween 20 (0.5–2%), and chitosan–TPP (25–75%), while percent transmittance was selected as the optimization response. The optimum formulation was subsequently validated and characterized. The optimization results indicated that the optimum formulation consisted of 0.5% sunflower seed oil, 0.5% Tween 20, and 75% chitosan–TPP, with a desirability value of 0.314. The characterization results showed a transmittance of $90.400 \pm 0.265\%$, viscosity of 3.77 ± 0.137 cP, pH of 4.32, droplet size of 536.3 nm, polydispersity index (PDI) of 0.8736, and zeta potential of -12.19 mV. These findings demonstrate that the Box–Behnken Design approach is suitable for obtaining the optimum formulation of an α -mangostin Pickering nanoemulsion.

Keywords: *α -mangostin, box–behnken design, chitosan-TPP, Pickering nanoemulsion, transmittance.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **"Formulasi Nanoemulsi Pickering α -Mangostin (*Garcinia mangostana* Linn.) Menggunakan Box-Behnken Design"**.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Prof. Dr. apt. Sukmadjaja Asyarie, dan apt. Yola Desnera Putri, M.Farm. atas bimbingan, nasihat, dukungan, serta pengorbanan yang diberikan. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si., selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. Dr. apt. Diki Prayugo, M.Si., selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik,
3. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi,
4. Dr. apt. Revika Rachmaniar, M. Farm., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
5. Seluruh dosen, staff administrasi, serta seluruh karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia atas ilmu, pengalaman dan bantuan kepada penulis selama penelitian.
6. Seluruh teman-teman angkatan 2022 yang telah memberikan semangat, dukungan, serta kebersamaan yang berarti kepada penulis selama menempuh pendidikan di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, saya membuka diri untuk menerima kritik dan saran yang konstruktif. Semoga segala upaya dan karya ini dapat menjadi berkat dan bermanfaat bagi dunia akademik dan masyarakat luas. Semoga bantuan dan dukungan dari berbagai pihak menjadi amal jariyah yang mendapatkan balasan terbaik dari-Nya.

Bandung, Juni 2026
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	ii
PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 α -Mangostin	4
2.1.1 Sifat Fisikokimia.....	4
2.1.2 Aktivitas Farmakologi.....	5
2.2 Nanoemulsi Pickering	5
2.3 Metode Pembuatan Nanoemulsi Pickering	7
2.3.1 Metode Energi Tinggi	7
2.3.2 Metode Energi Rendah	9
2.3.3 Kelebihan Nanoemulsi Pickering	10
2.4 Kitosan-TPP Sebagai Partikel Penstabil Nanoemulsi Pickering.....	11
2.5 Eksipien.....	12
2.5.1 Minyak Biji Bunga Matahari	12
2.5.2 Kitosan	13
2.5.3 Natrium Tripolifosfat (TPP).....	13
2.5.4 Aquadest.....	14
2.5.5 Propilen Glikol.....	14
2.6 Box-Behnken Design	15
BAB III TATA KERJA.....	17
3.1 Alat	17
3.2 Bahan	17
3.3 Metodologi Penelitian	17
3.3.1 Formula Nanoemulsi Pickering	17
3.3.2 Metode Pembuatan	18
3.3.3 Karakterisasi Nanoemulsi Pickering α -Mangostin	18

BAB IV HASIL & PEMBAHASAN	36
4.1 Mekanisme Terbentuknya Droplet dan Partikel Penstabil Pickering...	36
4.2 Hasil Optimasi Formula Nanoemulsi Pickering α -Mangostin dengan <i>Box–Behnken Design</i>	37
4.3 Pengujian <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	40
4.4 Penentuan Formula Optimum	43
4.5 Karakterisasi Formula Optimum Nanoemulsi Pickering α -Mangostin	46
4.5.1 Uji Organoleptik	46
4.5.2 Uji Viskositas	47
4.5.3 Penetapan pH	48
4.5.4 Uji Sentrifugasi	48
BAB V SIMPULAN & ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA	50
5.1 Simpulan	50
5.2 Alur Penelitian Selanjutnya.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Gambar	Halaman
3.1 Formula Nanoemulsi Pickering α -Mangostin	17
3. 2 Optimasi Formula Nanoemulsi Pickering α -Mangostin Menggunakan <i>Box- Behnken Design</i>	17
4.1 Hasil Respon Persentase Transmittan	38
4.2 Fit Summary Model Respon	40
4.3 Pengaruh Faktor Terhadap Respon	41
4.4 Prediksi Faktor dan Respon Formula Optimum Nanoemulsi Pickering.....	44
4.5 Hasil Pengujian Respon Formula Optimum Berdasarkan Respon	44
4.6 Validasi Respon Formula Optimum Berdasarkan Respon Transmittan..	44
4.7 Signifikansi Pengaruh Formula Optimum Terhadap Respon.....	45
4.8 Hasil Karakterisasi Formula Optimum Nanoemulsi Pickering α -	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur α -Mangostin	4
2.2 Skema nanoemulsi Pickering yang distabilkan oleh partikel padat	6
2.3 Kompetisi Antarmuka antara Partikel dan Surfaktan.....	6
2.4 Metode Pembuatan Nanoemulsi Pickering	7
2.5 Emulsifikasi Spontan	9
2.6 Kelebihan Nanoemulsi	10
2.7 Morfologi Tetesan Kitosan-TPP Melalui Reaksi Gelasi Ionik.....	11
2.8 Droplet Nanoemulsi Pickering	12
2.9 Struktur Kitosan	13
2.10 Struktur Natrium Tripolifosfat	13
2.11 Struktur Air	14
2.12 Struktur Propilen Glikol	14
4. 1 Reaksi Gelasi Ionik Kitosan-TPP.....	36
4. 2 Organoleptik 15 Run Nanoemulsi Pickering α -Mangostin.....	39
4. 3 Nilai Prediksi vs Aktual Terhadap Respon Transmitan.....	42
4. 4 Grafik Plot Kontur Pengaruh Faktor Terhadap Respon Transmitan	43
4.5 Formula Optimum Nanoemulsi Pickering α -Mangostin.....	47
4.6 Hasil Uji Zeta Potensial Grafik Pengujian Zeta Potensial	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. <i>Certificate of Analysis</i>	55
2. Hasil Optimasi <i>Box-Behnken Design</i>	64
3. Hasil Karakterisasi Nanoemulsi Pickering α -Mangostin	54
4. Prosedur Kerja.....	58

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, M. and Onaizi, S.A. (2022) 'Pickering nanoemulsions and their mechanisms in enhancing oil recovery : A comprehensive review', *Fuel*, 3(19), pp. 123–667.
- Ahmed, R. *et al.* (2021) 'Pickering Emulsions Based on the pH-Responsive Assembly of Food- Grade Chitosan', *ACS Omega*, 6(1), p. 17915–17922.
- Al-tayawi, A.N., Horváth, Z.H. and László, Z. (2023) 'Methods for experimental design , central composite design and the Box – Behnken design , to optimise operational parameters : A review', *Acta Alimentaria*, 52(4), pp. 521–537.
- Albert, C. *et al.* (2019) 'Pickering emulsions: Preparation processes, key parameters governing their properties and potential for pharmaceutical applications', *Journal of Controlled Release*, 309(19), pp. 302–332.
- Altanam, S.Y., Darwish, N. and Bakillah, A. (2025) 'Exploring the Interplay of Antioxidants, Inflammation, and Oxidative Stress: Mechanisms, Therapeutic Potential, and Clinical Implications', *Diseases*, 13(9), pp. 1–27.
- Aly, M.A.N. *et al.* (2025) 'Formulation, Physical Characterization, and Stability Study of Nanoemulgel Containing *Jatropha curcas* Leaves Extract', *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 12(3), pp. 407–413.
- Ambarwati, R. (2025) 'Formulasi Gel Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan* L.) sebagai Sunscreen dengan Variasi HPMC sebagai Gelling Agent', *Majalah Farmasetika*, 10(2), pp. 133–143.
- Andriyannto, A. (2025) 'Formulasi Masker Clay Etil p-Metoksisinamat (EPMS) sebagai Antijerawat dengan Desain Box-Behnken'. Bandung: Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
- Asasutjarit, R., Meesomboon, T. and Adulheem, P. (2019) 'Heliyon Physicochemical properties of alpha-mangostin loaded nanomeulsions prepared by ultrasonication technique', *Heliyon*, 5(August), pp. 1–11.
- Azizah, A.S. (2023) *Optimasi Metode Pembuatan Nanoemulsi Isolat Mangostin dari Buah Manggis (Garcinia mangostana Linn) Asli Indonesia*. Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
- Badan Pusat Statistik (2024) *Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman*.
- Baghli, F., Chikh, D. and Moussaoui-khedam, N. (2024) 'Box – Behnken design for the development of fluconazole-loaded classical ethosomes', *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 28(3), pp. 57–70.
- BenchChem (2025) *Physicochemical Characteristics of Alpha- Mangostin : A Technical Guide Physicochemical Properties Molecular Weight Determination : Mass Spectrometry*. Ontario: BenchChem.
- De Carvalho-Guimarães, F.B. *et al.* (2022) 'A Review of Pickering Emulsions: Perspectives and Applications', *Pharmaceuticals*, 15(11), pp. 2–21.
- Chalia, K.F. (2025) 'Formulasi dan Evaluasi Nanoemulsi Isolat Alfa Mangostin Dengan Basis Minyak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)'. Bandung: Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
- Chen, Z. *et al.* (2023) 'A combined experimental and computational study on the interfacial distribution behavior in colloidal particle-surfactant co-stabilized

- Pickering emulsions', *Food Research International*, 168, pp. 112–752.
- Choi, S.J. and McClements, D.J. (2020) 'Nanoemulsions as delivery systems for lipophilic nutraceuticals: strategies for improving their formulation, stability, functionality and bioavailability', *Food Science and Biotechnology*, 29(2), pp. 149–168.
- Da'i, M. and Triharman, F. (2010) 'Uji aktivitas penangkap radikal DPPH (1,1difenil-2-pikrilhidrazil) isolat alfa mangostin kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.)', *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 11(2), pp. 47–50.
- Elkady, E.F., Fouad, M.A. and Mozayad, A.N. (2022) 'Application of Box - Behnken experimental design and response surface methodology for selecting the optimum RP - HPLC conditions for the simultaneous determination of methocarbamol, indomethacin and betamethasone in their pharmaceutical dosage form', *BMC Chemistry*, 16(114), pp. 1–15.
- Ganesh Mahadeo Deokar, Landge Dhananjay, P.M. (2023) 'Review on Nanoemulsion Drug Delivery System', *International Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Research*, 27(3), pp. 276–296.
- Gauthier, G. and Capron, I. (2021) 'Pickering Nanoemulsions: An Overview of Manufacturing Processes, Formulations, and Applications', *JCIS Open*, 4, pp. 1–27.
- Hidayanti, et al (2024) 'Artikel Review: Manfaat Kandungan Alfa Mangostin dalam Kulit Buah Manggis', 13(3), pp. 95–100.
- Idawati, S., Hakim, A. and Andayani, Y. (2019) 'Pengaruh Metode Isolasi α -mangostin dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap Rendemen α -mangostin', *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 5(2), pp. 144–148.
- Irawati A (2018) 'Pembuatan Dan Pengujian Viskositas Dan Densitas Biodiesel Dari Beberapa Jenis Minyak Jelantah', *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 5(1), pp. 82–89.
- Jaiswal, M., Dudhe, R. and Sharma, P.K. (2015) 'Nanoemulsion: an advanced mode of drug delivery system', 3 *Biotech*, 5(2), pp. 123–127.
- Kim, Ji Hyeon *et al.* (2026) 'Scalable Nanoemulsion Formation of Lipophilic Active Ingredients via Low-Energy Phase Inversion', *Polymers*, 18(7), pp. 1–13.
- Koukaras, E.N. *et al.* (2012) 'Insight on the Formation of Chitosan Nanoparticles through Ionotropic Gelation with Tripolyphosphate', *Molecular Pharmaceutics*, 9(10), pp. 2856–2862.
- Kulsum, I.N.S., Suryana, S. and Soni, D. (2020) 'Jurnal Sains dan Kesehatan', *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(4), pp. 426–431.
- Kumar, M. *et al.* (2021) 'Development and Optimization of Drug-Loaded Nanoemulsion Sstem by Phase Inversion Temperature (PIT) Method Using Box–Behnken Design', *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 47(6), pp. 977–989.
- Laksono, B.A. *et al.* (2023) 'Evaluasi Sediaan Vitamin E Oral sebagai Antioksidan menggunakan Metode DPPH (Diphenyl picrylhydrazyl)', *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 10(1), pp. 13–17.
- Lu, J. *et al.* (2025) 'Fabrication and stability of Pickering Nanoemulsion Stabilized by Self-Aggregated Chitosan Nanoparticles', *Food Chemistry*, 484, p.

144445.

- Ludwig, et al (2021) 'Shape and Structure Formation of Mixed Nonionic–Anionic Surfactant Micelles', *Molecules*, 26(14), pp. 1–23.
- Mardhiani, et al (2022) 'Astaxanthin Nanoemulsion Formulation and Evaluation', *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education (e-Journal)*, 3(3), pp. 7047–7051.
- Martinez, R. *et al.* (2024) 'Rigorous Accounting for Dependent Scattering in Thick and Concentrated Nanoemulsions', *The Journal of Physical Chemistry C*, 12(8), pp. 6419–6430.
- Muiz, A., Klojdová, I. and Stathopoulos, C. (2023) 'Utilization of by-Products for Preparation of Pickering Particles', *European Food Research and Technology*, 249(12), pp. 3069–3083.
- Mushtaq, A. *et al.* (2023) 'Food Chemistry : X Recent insights into Nanoemulsions : Their preparation , properties and applications', *Food Chemistry: X*, 18(April), p. 100684.
- Mwangi, W.W. *et al.* (2016) 'Facile method for forming ionically cross-linked chitosan microcapsules from Pickering emulsion templates', *Food Hydrocolloids*, 55(1), pp. 26–33.
- National Center for Biotechnology Information (2026a) *PubChem Compound Summary for CID 24455, Sodium Tripolyphosphate*.
- National Center for Biotechnology Information (2026b) *PubChem Compound Summary for CID 5281650, Mangostin*. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Mangostin>. (Accessed: 7 January 2025).
- National Center for Biotechnology Information (2026c) *PubChem Compound Summary for CID 962, Water*. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Water> (Accessed: 6 January 2026).
- Noviani, F.J. (2021) 'Narrative Review: Analisis Alfa-Mangostin dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.)', *Universitas Gadjah Mada*.
- Nurjanah, A. (2025) *Formulasi dan Karakterisasi Nanoemulsi Isolat Kurkumin Menggunakan Simplex Lattice Design*. Bandung: Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
- Pal, R. (2018) 'fluids Simple Model for the Viscosity of Pickering', *Fluids*, 3(1).
- Pawar, A.Y. *et al.* (2021) 'Determination of Pickering Nanoemulsion by Eudragit R1-100 Nanoparticle as Oral Drug Delivery for Poorly Soluble', *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(44A), pp. 197–208.
- Podder, S. and Mukherjee, S. (2024) 'Response Surface Methodology (Rsm) As a Tool in Pharmaceutical Formulation Development', *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 17(11), pp. 18–25.
- Rahmi Annisa, Esti Hendradi, D.M. (2016) 'Pengembangan Sistem Nanostructured Lipid Carriers (NLC) Meloxicam dengan Lipid Monostearin dan Miglyol 808 Menggunakan Metode Emulsifikasi', *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 3(3), pp. 156–169.
- Rosdianto, R.S. *et al.* (2023) 'Novel Insight into Pickering Emulsion and Colloidal Particle Network Construction of Basil Extract for Enhancing Antioxidant and UV-B-Induced Antiaging Activities', *ACS Omega*, 8(18), pp. 15932–15950.

- Rowe, et al (2009) *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. 6th edn. London: Pharmaceutical Press.
- Saini, A. and Panesar, P.S. (2025) 'Optimization of process parameters for the formation of lutein extract loaded nanoemulsions', *Measurement: Food*, 19(February 2024), pp. 2772–2759.
- Setiawan, O. and Pradipta, T. (2024) 'Penggunaan Metode Response Surface Methodology Box Behnken Untuk Pemodelan dan Optimasi Proses Fenton pada Pengolahan Limbah Cair Home Industri Sarung Tenun Tradisional Medangan Gresik', 20(2), pp. 97–107.
- Shah, B. *et al.* (2016) 'Preparation and optimization of Pickering emulsion stabilized by ChitosanTripolyphosphate nanoparticles for Curcumin encapsulation', *Food Hydrocolloids*, 52(2), pp. 369–377.
- Shah, B.R. *et al.* (2016) 'Bioaccessibility and antioxidant activity of curcumin after encapsulated by nano and Pickering emulsion based on chitosan-tripolyphosphate nanoparticles', *Food Research International*, 10(1), p. 9.
- Shahzad, S. and Alam, A. (2024) 'Alpha-Mangostin and Its Potential Therapeutic Applications : An Experimental Study', *Research Journal of Medical Sciences*, 18(8), pp. 263–267.
- Sharkawy, et al (2020) 'Chitosan-based Pickering emulsions and their applications : A review', *Carbohydrate Polymers*, 250, p. 116885.
- Su, S. *et al.* (2024) 'Novel concentrated O/W emulsion co-stabilized by like-charged chitosan nanoparticle and ethyl lauroyl arginate (LAE) surfactant at very low dosages', *Lwt*, 191(June 2023), p. 115692.
- Suhandi, C. *et al.* (2023) 'Delivery : Formulation , Characterization , and In Vitro Antioxidant Activity Evaluation', *Molecules*, 28, p. 6057.
- Tai Tze Hong, R.F.N. (2018) 'Artikel Review: Efek Farmakologi α -Mangostin dari Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* Linn) Tai', *Farmaka*, 16(1), pp. 91–98.
- Tian, H. *et al.* (2019) 'Fabrication and characterization of citral-loaded oil-in-water Pickering emulsions stabilized by chitosan-tripolyphosphate particles', *Food and Function*, 10(5), pp. 2595–2604.
- Variyana, R.S.C.M. and M.M. (2019) 'Box-behnken design for the optimization using solvent-free microwave gravity extraction of garlic oil from *Allium sativum* L . Box-behnken design for the optimization using solvent-free microwave gravity extraction of garlic oil from *Allium sativum*', *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 673(1), pp. 1–14.
- Wang, X. *et al.* (2025) 'Emerging Applications of Pickering Emulsions in Pharmaceutical Formulations: A Comprehensive Review', *International Journal of Nanomedicine*, 20(May), pp. 5923–5947.
- Widyaningrum, I., Triyoga, E.F. and Wibisono, N. (2023) 'Type of Cosurfactant Effects on Particle Size in Nanoemulsion Drug Delivery Systems', *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 2(9), pp. 3811–3820.
- Xue, C. and Wilson, L.D. (2021) 'An Overview of the Design of Chitosan-Based Fiber Composite Materials', *Journal of Composites Science*, 5(160), pp. 2–24.
- Yukuyama, M.N. *et al.* (2016) 'Nanoemulsion: Process selection and application in cosmetics - A review', *International Journal of Cosmetic Science*, 38(1), pp. 13–24.