

PERKEMBANGAN TEKNOLOGI *MEDIUM-CHAIN TRIGLYCERIDE* DAN PELUANGNYA UNTUK MENINGKATKAN NILAI EKONOMI KELAPA SAWIT INDONESIA

Ludwinardo Putra*, Fauziatul Fitriyah, dan Irma Kresnawaty

Abstrak - *Medium-chain Triglycerides* (MCT) merupakan senyawa lemak fungsional yang semakin mendapat perhatian dalam industri pangan dan kesehatan global karena karakteristik metabolik dan fisiologisnya yang unggul. Dibandingkan trigliserida rantai panjang (LCT), MCT lebih cepat diserap dan digunakan tubuh sebagai sumber energi, sehingga diaplikasikan luas dalam diet ketogenik, nutrisi klinis, serta suplemen olahraga. Hingga saat ini, minyak kelapa menjadi sumber utama bahan baku MCT karena kandungan asam lemak rantai sedang (MCFA) yang tinggi, namun keterbatasan suplai dan harga yang tinggi membatasi skalabilitasnya secara global. Kajian ini mengulas potensi minyak inti sawit (PKO) sebagai bahan baku alternatif untuk produksi MCT berbasis kelapa sawit. Selain ketersediaannya yang tinggi di Indonesia (>5 juta ton/tahun), PKO memiliki kandungan MCFA signifikan, terutama asam laurat (C12), serta harga yang lebih kompetitif dibanding minyak kelapa. Dari sisi teknologi, berbagai pendekatan sintesis MCT telah dikembangkan, mulai dari reaksi kimiawi, enzimatik, hingga rekayasa molekuler berbasis mikroorganisme dan mikroalga. Beberapa penelitian juga menunjukkan potensi ekonomi sirkuler dengan memanfaatkan distilat PKO sebagai bahan baku bernilai tambah tinggi. Indonesia memiliki peluang strategis untuk menjadi produsen utama MCT global karena rantai pasok sawit yang terintegrasi, skala produksi besar, dan dukungan kebijakan hilirisasi nasional. Pengembangan teknologi produksi MCT berbasis PKO tidak hanya mendukung daya saing industri sawit, tetapi juga membuka peluang komersialisasi produk turunan sawit bernilai tinggi di sektor kesehatan global.

Kata kunci: esterifikasi, fraksinasi, minyak inti sawit, nutrisi fungsional, trigliserida rantai sedang, rekayasa genetika

PENDAHULUAN

Medium-chain Triglycerides (MCT), telah menjadi sorotan dalam industri kesehatan dan nutrisi global karena manfaat fisiologisnya yang unik (Nimbkar et al., 2022). MCT tersusun dari asam lemak rantai sedang (C6–C12) yang lebih mudah diserap dan diubah menjadi energi oleh tubuh dibandingkan lemak rantai panjang (Heydinger-Galante, 2020). Peningkatan kebutuhan produk kesehatan berbasis MCT, seperti suplemen *Pure C8 MCT Oil* berbasis minyak kelapa (Pure Health Group Ltd.), berasal dari momentum

pandemi COVID-19 yang meningkatkan kesadaran masyarakat akan produk kesehatan. Pada tahun 2019, pasar global MCT bernilai 689 juta USD dan telah diperkirakan akan meningkat hingga 946 juta USD, dengan *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) atau tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata dari suatu investasi selama periode 2020-2024 sebesar 7% (Technavio, 2020).

Di pasar, MCT dapat dijual dalam bentuk minyak murni yang mengandung C6 (asam kaproat), C8 (asam kaprilat), C10 (asam kaprat), dan C12 (asam laurat) (Lee et al., 2021). Keduanya dapat ditemukan pada berbagai sumber minyak nabati seperti minyak kelapa, minyak inti sawit (PKO), hingga produk berbasis lemak hewani seperti susu, mentega, dan keju (Bodkowski et al., 2016; Peyronel et al., 2018). Minyak kelapa paling sering digunakan karena persentase minyak rantai sedang yang lebih tinggi

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Ludwinardo Putra* (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamsa No. 51 Medan 20158, Indonesia

Email: ludwinardo.putra@gmail.com

(Jadhav & Annapure, 2023). Akan tetapi, harganya yang relatif mahal (2766 USD per ton) membuat minyak MCT berbasis minyak kelapa tidak mampu menjangkau pasar yang lebih luas (The Global Economy, 2025).

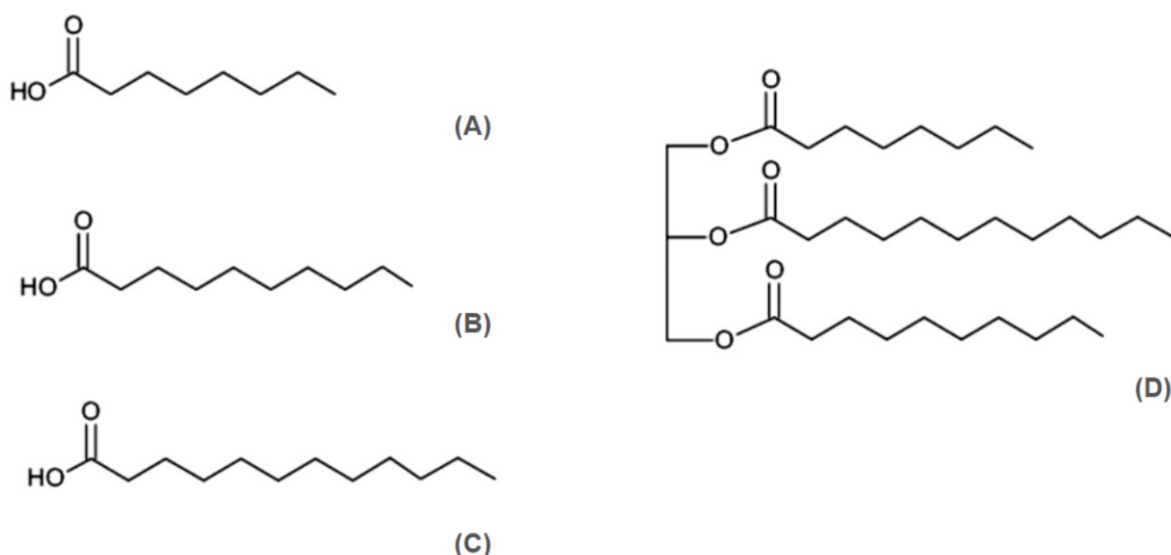
Minyak inti sawit dapat menjadi alternatif sumber MCT dikarenakan harganya yang relatif lebih terjangkau dibanding minyak kelapa (1860 USD per ton) (The Global Economy, 2025). Selain itu, minyak inti sawit juga mengandung C8, C10, dan C12, masing-masing sebesar 2,4-6,2%, 2,6-7%, dan 41-55% (Nainggolan & Sinaga, 2021). Produksi PKO yang besar di Indonesia sejak tahun 2021 (lebih dari 5 juta ton per tahun) menunjukkan potensi suplai untuk bahan baku MCT yang menjanjikan (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2024). Besarnya produksi minyak inti sawit skala nasional disertai dengan peningkatan kebutuhan pasar terhadap MCT menjadikan pengembangan produksi MCT sebagai peluang strategis, baik untuk hilirisasi produk sawit maupun industri kesehatan.

Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk mengulas prospek pengembangan teknologi produksi MCT menggunakan bahan baku kelapa sawit. Kajian akan berfokus pada konsep dan manfaat MCT, perkembangan teknologi produksi MCT, serta potensi MCT berbasis kelapa sawit untuk mendukung industri pangan dan kesehatan nasional. Pendekatan ini

diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah dan strategis untuk pengembangan teknologi produksi MCT berbasis kelapa sawit guna mendorong hilirisasi kelapa sawit nasional.

KARAKTERISTIK DAN KEUNGGULAN MCT

Trigliserida merupakan ester yang tersusun atas 3 asam lemak yang terikat pada gliserol. Asam lemak dikelompokkan menjadi tiga kategori berdasarkan panjang rantai karbonnya, yakni *Short Chain Fatty Acid* (SCFA) yang terdiri dari C2 dan C4, *Medium-chain Fatty Acid* (MCFA) yang terdiri dari C6 hingga C12, dan *Long Chain Fatty Acid* (LCFA) yang memiliki panjang rantai karbon lebih dari 12 (Root, 2022) (Gambar 1). MCFA memiliki karakteristik metabolik unik tergantung panjang rantainya. C6 dan C8 bersifat hidrofilik dan cepat teroksidasi, sehingga mudah dihidrolisis oleh lipase pankreas. Sifat ini membuatnya lebih cepat dicerna dan diserap dibandingkan LCT. Sementara itu, C10 memberikan keseimbangan antara kecepatan metabolisme dan daya tahan energi, sedangkan C12 memiliki sifat mirip LCT tetapi juga menunjukkan aktivitas antimikroba yang tinggi. Karakteristik ini memungkinkan formulasi MCT disesuaikan untuk fungsi tertentu. Sebagai contoh, MCT dominan C8 untuk dukungan energi ketogenik, dan C12 untuk aplikasi antimikroba atau perawatan kulit (Isyanti & Sirait, 2021).



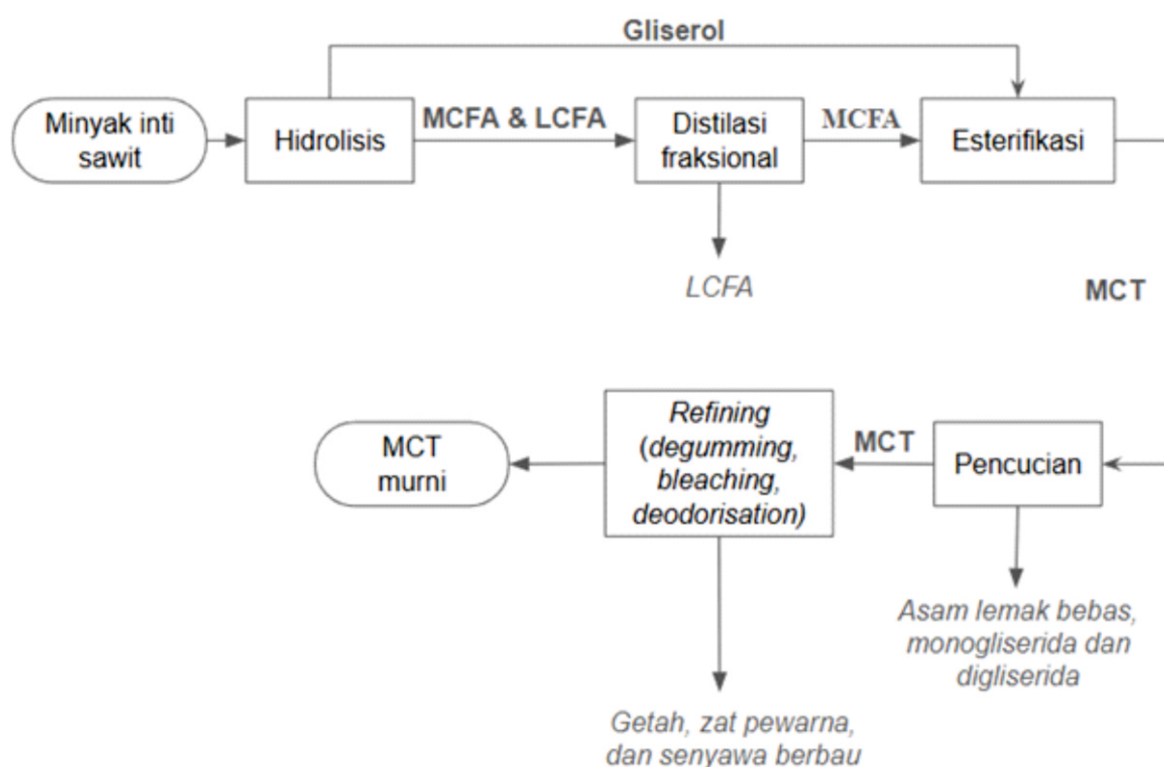
Gambar 1. Struktur kimia asam lemak dan trigliserida rantai sedang (digambar ulang dari Cassiday, 2016); (A) asam kaprilat, (B) asam kaprat, (C) asam laurat, dan (D) trigliserida rantai sedang.

Keunggulan MCT dalam industri kesehatan dan nutrisi terutama berasal dari struktur rantai karbonnya yang lebih pendek, yang membuatnya lebih larut dalam air, rendah viskositas, dan stabil secara oksidatif. Setelah dikonsumsi, MCT cepat dihidrolisis di usus oleh lipase pankreas, lalu diserap langsung ke dalam vena porta tanpa perlu pembentukan droplet lipoprotein. Di hati, asam lemak rantai sedang masuk ke mitokondria tanpa memerlukan sistem *carnitine shuttle* dan langsung mengalami β -oksidasi untuk menghasilkan ATP dan ketone body. Jalur metabolik yang efisien ini menjadikan MCT ideal sebagai sumber energi cepat, terutama untuk pasien dengan gangguan pencernaan, program diet ketogenik, dan formulasi nutrisi klinis (Cunnane et al., 2016; St-Onge et al., 2008).

TEKNOLOGI PRODUKSI MINYAK MCT

Produksi minyak trigliserida rantai sedang (MCT)

sangat bergantung pada jenis bahan baku nabati yang digunakan. Tanaman penghasil minyak dari daerah tropis seperti kelapa dan inti sawit menjadi sumber utama karena mengandung kadar asam lemak rantai sedang (MCFA) yang tinggi dan memberikan hasil minyak yang melimpah. Minyak kelapa dan minyak inti sawit secara umum merupakan sumber MCFA terkaya dibandingkan minyak nabati lainnya, menjadikannya ideal untuk sintesis MCT. Proses sintesis MCT biasanya dimulai dengan pemisahan asam lemak bebas dari minyak nabati, kemudian MCFA yang telah dimurnikan akan diesterifikasi dengan gliserol menggunakan katalis kimia atau enzimatis (Gambar 2). Seiring dengan meningkatnya tuntutan industri terhadap efisiensi dan keberlanjutan, pendekatan berbasis teknologi ramah lingkungan seperti sistem tanpa pelarut dan biokatalis semakin banyak diterapkan (Lee et al., 2021).



Gambar 2. Proses produksi dan pemurnian MCT dari minyak kelapa atau minyak inti sawit (digambar ulang dari Lee et al., 2021). LCFA, asam lemak bebas, monogliserida, digliserida, getah, zat pewarna, dan senyawa berbau merupakan produk sampingan yang dilepas saat pemurnian MCT.

Medium-Chain Triglycerides (MCT) pertama kali dikembangkan pada 1950-an oleh Drew Chemical (Babayan, 1968), dan sejak itu, pendekatan produksinya telah mengalami perkembangan yang signifikan. Studi awal oleh Kaunitz et al. (1958) menegaskan manfaat kesehatan MCT, terutama bagi pasien dengan gangguan penyerapan lemak, sehingga mendorong aplikasinya dalam dunia medis dan nutrisi. Dalam perkembangannya, Hasanah dan Warnasih (2020) menggunakan pendekatan kimiawi melalui esterifikasi MCFA hasil distilasi fraksional dari minyak kelapa murni (VCO), dengan hasil konversi gliserol lebih dari 99% pada kondisi optimal (170°C dan 40 kPa). Sementara itu, pendekatan enzimatis semakin populer karena sifatnya yang lebih ramah lingkungan. Nandi et al. (2005) menggunakan lipase dari *Candida rugosa* untuk mengesterifikasi MCFA hasil distilasi *fatty acid distillate* (FAD) kelapa dan kernel sawit, menghasilkan MCT dalam kisaran 9,3–10,1%. Pendekatan produksi kontinyu juga telah dikembangkan, seperti oleh Zhang et al. (2020) yang memanfaatkan lipase imobilisasi sn-1,3 dalam sistem tanpa pelarut, berhasil menghasilkan structured lipid tipe MCT/MLCT dengan efisiensi konversi lebih dari 80%.

Pendekatan berbasis bioteknologi molekuler juga menunjukkan hasil yang menjanjikan. Lin dan Lee (2017) menggunakan rekayasa genetika terhadap mikroalga *Dunaliella tertiolecta* dengan menyisipkan gen thioesterase spesifik C12 (C12TE) dari *Umbellularia californica* dan enzim KASIV dari *Cuphea hookeriana*. Kombinasi kedua enzim ini meningkatkan ketersediaan substrat MCFA-ACP untuk biosintesis MCFA, yang berujung pada peningkatan produksi asam laurat (C12:0) hingga tujuh kali lipat dan asam miristat (C14:0) hingga tiga kali lipat. Pendekatan ini membuka peluang baru untuk menghasilkan MCT yang lebih efisien dan berkelanjutan.

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MCT BERBASIS KELAPA SAWIT UNTUK MENINGKATKAN PASAR KELAPA SAWIT DUNIA

Minyak inti sawit (Palm Kernel Oil/PKO) merupakan salah satu turunan utama dari industri kelapa sawit yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku MCT. Minyak ini dihasilkan melalui proses pemisahan inti buah kelapa sawit dari tandannya, diikuti dengan ekstraksi minyak

menggunakan metode pengepresan atau pelarutan (Mba et al., 2015). Selama ini, pemanfaatan utama PKO lebih banyak diarahkan untuk industri pangan olahan, sabun, dan kosmetik. Namun, sebagai bahan baku dengan grade pangan dan kandungan MCFA yang tinggi, minyak inti sawit memiliki potensi besar untuk menjadi bahan baku penghasil MCT yang lebih unggul dibanding minyak kelapa yang umum digunakan.

Beberapa penelitian telah mengembangkan MCT berbasis minyak inti sawit. Lee et al. (2015) melakukan produksi *Medium-Long Chain Triglyceride* (MLCT), yang merupakan campuran dari MCT dan LCT, menggunakan minyak inti sawit melalui reaksi interesterifikasi enzimatis. Enzim Lipozyme TL-IM digunakan sebagai biokatalis dan mampu menghasilkan konversi MLCT sebesar 60%. Optimasi lebih lanjut dengan *Response Surface Methodology* (RSM) berhasil meningkatkan konversi hingga 20%. Disisi lain, Nandi et al. (2004) dan Low et al. (2007) mampu menghasilkan MCT dari distilat asam lemak minyak inti sawit (PKFAD) yang merupakan produk samping. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi MCT tidak hanya meningkatkan nilai fungsional minyak inti sawit, tetapi juga mendukung prinsip ekonomi sirkuler dengan memanfaatkan limbah menjadi produk bernilai tinggi.

Pengembangan teknologi produksi MCT berbasis minyak inti sawit tidak hanya memperluas portofolio hilirisasi kelapa sawit, tetapi juga berpotensi mendorong nilai ekonomi minyak inti sawit di pasar global. Hal ini sejalan dengan tren peningkatan permintaan minyak inti sawit selama dua dekade terakhir (Gambar 3) serta pertumbuhan pasar MCT yang pesat, terutama untuk aplikasi dalam industri pangan fungsional, farmasi, dan nutrisi klinis (Technavio, 2020).

Indonesia memiliki keunggulan kompetitif yang unik dalam pengembangan MCT berbasis sawit. Didukung oleh peningkatan luas lahan dan volume produksi kelapa sawit nasional secara konsisten, industri kelapa sawit Indonesia memiliki rantai pasok yang terintegrasi dan didukung kebijakan pemerintah - suatu kelebihan yang tidak dimiliki oleh produsen minyak nabati lain seperti industri kelapa yang cenderung terfragmentasi dan skala terbatas. Dengan dukungan riset dan pengembangan teknologi ekstraksi serta fraksinasi yang efisien,

pengembangan MCT berbasis sawit dapat menjadi jalan strategis untuk memperkuat posisi Indonesia

sebagai pemimpin pasar produk turunan minyak sawit global.



Gambar 3. Harga pasar global minyak inti sawit versi World Bank (The Global Economy 2025)

KESIMPULAN

Kajian ini menunjukkan bahwa minyak inti sawit (PKO) memiliki potensi besar sebagai bahan baku alternatif yang kompetitif untuk produksi *Medium-chain Triglycerides* (MCT), baik dari sisi komposisi kimia maupun dari ketersediaan suplai secara nasional. Kandungan MCFA dalam PKO, menjadikan PKO setara bahkan lebih unggul secara ekonomis dibanding minyak kelapa yang selama ini mendominasi produksi MCT. Dalam konteks teknologi, kemajuan proses produksi MCT melalui pendekatan kimiawi, enzimatik, hingga bioteknologi molekuler telah membuka jalan untuk menghasilkan MCT secara efisien dan berkelanjutan dari sumber berbasis sawit.

Implikasi dari pengembangan teknologi ini tidak hanya terbatas pada efisiensi produksi, tetapi juga membuka peluang bisnis strategis dalam konteks hilirisasi industri sawit nasional. Penggunaan distilat PKO dan pendekatan ekonomi sirkuler memungkinkan optimalisasi seluruh fraksi hasil ekstraksi, meningkatkan nilai tambah komoditas, dan mengurangi limbah industri. Selain itu, adopsi sistem produksi MCT berbasis PKO selaras dengan tren industri global menuju produk-produk fungsional, nutrisi klinis, dan energi metabolik cepat, memperkuat daya saing Indonesia di pasar global.

DAFTAR PUSTAKA

- Babayan, V. K. (1968). Medium-chain triglycerides – Their composition, preparation, and application. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 45(1), 23–25. <https://doi.org/10.1007/BF02679040>
- Bodkowski, R., Czyż, K., Kupczyński, R., Nowakowski, P., & Wiliczekiewicz, A. (2016). Lipid complex effect on fatty acid profile and chemical composition of cow milk and cheese. *Journal of Dairy Science*, 1, 57–67. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9321>
- Cassiday, L. (2016). Coconut oil boom. *INFORM: International News on Fats, Oils, and Related Materials*, 27, 6 – 13. <https://doi.org/10.21748/inform.05.2016.06>
- Coconut oil prices*. (n.d.). Diakses pada tanggal 24 Juli 2025 dari website The Global Economy: https://www.theglobaleconomy.com/world/coconut_oil_prices/
- Cunnane, S. C., Courchesne-Loyer, A., St-Pierre, V., Vandenberghe, C., Pierotti, T., Fortier, M., Croteau, E., & Castellano, C. A. (2016). Can ketones compensate for deteriorating brain glucose uptake during aging? Implications for the risk and treatment of Alzheimer's disease.

- Annals of the New York Academy of Sciences*, 1367(1), 12–20. <https://doi.org/10.1111/nyas.12999>
- Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2024). *Statistik perkebunan jilid I: 2022–2024*. Diakses pada tanggal 24 Juli 2025, dari <https://ditjenbun.pertanian.go.id/buku-statistik-perkebunan-jilid-i-2022-2024/>
- Hasanah, U., & Warnasih, S. (2020). Synthesis and characterization of medium-chain triglyceride (MCT) from virgin coconut oil (VCO). *The 8th International Conference of the Indonesian Chemical Society (ICICS) 2019 AIP Conf. Proc.* 2243, 020007-1–020007-5. <https://doi.org/10.1063/5.0001449>
- Heydinger Galante, J. (2020). Medium-chain oils. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 1–14. <https://doi.org/10.1002/047167849x.bio090>
- Isyanti, M., & Sirait, S. D. (2021). Fraksinasi asam laurat, short chain triglyceride (SCT), dan medium-chain triglyceride (MCT) dari minyak kelapa murni. *Warta IHP*, 38(2), 160–168. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v38i2.7455>
- Jadhav, H. B., & Annapure, U. S. (2023). Triglycerides of medium-chain fatty acids: A concise review. *Journal of Food Science and Technology*, 60(8), 2143–2152. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05499-w>
- Kaunitz, H., Slanetz, C. A., Johnson, R. E., Babayan, V. K., & Barsky, G. (1958). Relation of saturated, medium- and long-chain triglycerides to growth, appetite, thirst and weight maintenance requirements. *Journal of Nutrition*, 64(4), 513–524. <https://doi.org/10.1093/jn/64.4.513>
- Lee, Y. Y., Tang, T. K., Phuah, E. T., Tan, C. P., Lai, O. M., & Chong, G. H. (2015). Palm-based medium-and-long-chain triacylglycerol (P-MLCT): Production via enzymatic interesterification and optimization using response surface methodology (RSM). *Journal of Food Science and Technology*, 52, 685–696. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1065-0>
- Lee, Y.-Y., Tang, T.-K., Chan, E.-S., Phuah, E.-T., Lai, O.-M., Tan, C.-P., Wang, Y., Ab Karim, N. A., Habi Mat Dian, N., & Tan, J. S. (2021). Medium-chain triglyceride and medium-and long chain triglyceride: Metabolism, production, health impacts and its applications – A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1873729>
- Lin, H., & Lee, Y. K. (2017). Genetic engineering of medium-chain-length fatty acid synthesis in *Dunaliella tertiolecta* for improved biodiesel production. *Journal of Applied Phycology*, 29, 2811–2819. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1210-7>
- Low, C. T., Mohamad, R., Tan, C. P., Long, K., Ismail, R., Lo, S. K., & Lai, O. M. (2007). Lipase-catalyzed production of medium-chain triacylglycerols from palm kernel oil distillate: Optimization using response surface methodology. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(2), 107–119. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600201>
- Mba, O. I., Dumont, M.-J., & Ngadi, M. (2015). Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review. *Food Bioscience*, 10, 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.01.003>
- Nainggolan, M., & Sinaga, A. G. S. (2021). Characteristics of fatty acid composition and minor constituents of red palm olein and palm kernel oil combination. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 12(1), 22–26. https://doi.org/10.4103/japtr.JAPTR_91_20
- Nandi, S., Gangopadhyay, S., & Ghosh, S. (2005). Production of medium-chain glycerides from coconut and palm kernel fatty acid distillates by lipase-catalyzed reactions. *Enzyme and Microbial Technology*, 36(5–6), 725–728. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2004.12.016>
- Nimbkar, S., Leena, M.M., Moses, J.A., Anandharamakrishnan, C. (2022). Medium-chain triglycerides (MCT): State-of-the-art on chemistry, synthesis, health benefits and applications in food industry. *Compr. Rev. Food. Sci. Food. Saf.* 1–25. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12926>

- Palm kernel oil prices.* (n.d.). Diakses pada tanggal 24 Juli 2025 dari website The Global Economy: https://www.theglobaleconomy.com/world/palm_kernel_oil_prices/
- Peyronel, F. (2018). *Medium-chain triacylglycerides, encyclopedia of food chemistry*. Elsevier.
- Pure Health Group Ltd. (2025). *Pure C8 MCT Oil*. Diakses pada tanggal 4 September 2025, from <https://www.purehealth-supplements.com/products/pure-c8-mct-oil>
- Root, J. (2022). *The difference between short-, medium-, and long-chain fatty acids*. Carlson Labs Home Omegas + Supplements. Diakses pada tanggal 24 Juli 2025 dari <https://www.carlsonlabs.com/blogs/omega-3s-supplements/the-difference-between-short-medium-and-longchain-fatty-acids>
- St-Onge, M. P., Bosarge, A., Goree, L. L. T., & Darnell, B. (2008). Medium-chain triglyceride oil consumption as part of a weight loss diet does not lead to an adverse metabolic profile when compared to olive oil. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(5), 547–552. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719737>
- Technavio. (2020). *MCT Oil Market Analysis Highlights the Impact of COVID-19 2020–2024| Demand for Natural Products to boost the Market Growth | Technavio | Business Wire*. <https://www.businesswire.com/news/home/20200709005825/en/MCT-Oil-Market-Analysis-Highlights-the-Impact-of-COVID-19-2020-2024-Demand-for-Natural-Products-to-boost-the-Market-Growth-Technavio>
- Zhang, Z., Zhang, S., Lee, W. J., Lai, O. M., Tan, C. P., & Wang, Y. (2020). Production of structured triacylglycerol via enzymatic interesterification of medium-chain triacylglycerol and soybean oil using a pilot-scale solvent-free packed bed reactor. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 97(3), 271–280. <https://doi.org/10.1002/aocs.12319>