



Manfaat Angkak Untuk Mengurangi Kolesterol: *Systematic Review* Dan Meta-Analisis

Yessy Widhi Astuti^{1*}, Fatimah Rahmawati¹, Franciscus Xaverius¹

¹Program Studi D-IV Akupunktur dan Pengobatan Herbal, STIKes RS Husada

* Corresponding author email: widhiyessy123@gmail.com

Diterima 11 Maret 2026; Direvisi 13 Juni 2026; Diterima 24 Juni 2026

Abstrak: Angkak merupakan herbal yang mengandung monacolin K yang memiliki manfaat seperti statin untuk menghambat enzim HMG-CoA dalam biosintesis. Penelitian ini menggunakan *systematic review* dan meta analisis dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas angkak dalam menurunkan LDL, trigliserida, dan kolesterol total, serta meningkatkan HDL. Data yang digunakan merupakan hasil penelitian primer yang dipublikasikan sejak 2017 hingga 2026, diperoleh dari *database* seperti Google Scholar, Springer Link, PubMed, dan Science Direct. Terdapat 9 artikel yang sesuai dengan PICO dan kriteria penelitian. Hasil analisis menunjukkan bahwa pasien yang mendapatkan suplementasi herbal angkak memiliki LDL 1.08 lebih rendah (SMD= -1.08; CI 95%= -1.59 hingga -0.56; $p < 0.001$), trigliserida 0.20 lebih rendah (SMD= -0.20; CI 95%= -0.37 hingga -0.03; $p = 0.02$), dan total kolesterol 1.13 lebih rendah (SMD= -1.13; CI 95%= -1.79 hingga -0.47; $p < 0.001$) dibandingkan yang tidak mendapatkan intervensi angkak. Pada penelitian ini juga menilai HDL dari kelompok intervensi angkak 0.23 lebih tinggi dari pada kelompok kontrol (SMD= 0.23; CI 95%= 0.06 hingga 0.40; $p = 0.009$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa angkak berpengaruh menurunkan LDL, trigliserida, dan kolesterol total serta meningkatkan HDL pada pasien.

Kata kunci: Angkak, Cholesterol, Monacolin, RYR, Trigliserida

Abstract: Angkak is a herbal supplement containing monacolin K, which has effects similar to statins in inhibiting the HMG-CoA enzyme during biosynthesis. This study employed a systematic review and meta-analysis to determine the effectiveness of angkak in lowering LDL, triglycerides, and total cholesterol, as well as increasing HDL. The data used consisted of results from primary studies published between 2017 and 2026, obtained from databases such as Google Scholar, Springer Link, PubMed, and ScienceDirect. There were 9 articles that met the PICO and study criteria. The results of the analysis showed that patients who received angkak herbal supplementation had LDL levels that were 1.08 lower (SMD = -1.08; 95% CI = -1.59 to -0.56; $p < 0.001$), triglyceride levels that were 0.20 lower (SMD = -0.20; 95% CI = -0.37 to -0.03; $p = 0.02$), and total cholesterol levels 1.13 points lower (SMD = -1.13; 95% CI = -1.79 to -0.47; $p < 0.001$) compared to those who did not receive the angkak intervention. This study also found that HDL levels in the angkak intervention group were 0.23 higher than in the control group (SMD= 0.23; CI 95%= 0.06 hingga 0.40; $p = 0.009$). It can therefore be concluded that angkak helps lower LDL, triglycerides, and total cholesterol while increasing HDL in patients.

Keyword: Angkak, Cholesterol, Monacolin, RYR, Triglycerides

PENDAHULUAN

Kolesterol merupakan senyawa lipid yang secara fisiologis berperan dalam integritas seluler dan eksosom, memproduksi hormon, membangun membran sel, serta transduksi sinyal untuk pembangkitan dan penyimpanan energi^{1,2}. Kebiasaan masyarakat dalam mengonsumsi dan mengolah makanan tinggi lemak serta kurang berolahraga menyebabkan terjadinya hiperkolesterolemia yang mendasari patogenesis arterosklerosis, fatty liver, disfungsi metabolik, gangguan neurodegeneratif, dan penyakit kardiovaskular². Konsumsi makanan



tinggi lemak dapat menyebabkan penumpukan kolesterol di pembuluh darah yang dapat menyebabkan arterosklerosis sehingga berisiko terjadinya infark miokard, infark serebral, dan penyakit vaskular perifer ³. Kolesterol termasuk *Low Density Lipoprotein* (LDL) yang diperoleh dari makanan tinggi lemak dapat terperangkap di dinding arteri dan teroksidasi membentuk sel busa yang dapat menumpuk menjadi plak ⁴. Plak yang menumpuk di dinding pembuluh darah dapat menurunkan elastisitas pembuluh darah dan menjadi penyebab utama aterosklerosis.

Berdasarkan data WHO tahun 2019, sekitar 45% masyarakat di dunia dan 35% di Asia Tenggara mengalami hiperkolesterolemia. Sedangkan di Indonesia berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) pada tahun 2023 mencapai 39,5% pada penduduk usia >15 tahun. Berbagai upaya secara promotif, preventif dan kuratif dilakukan untuk mencegah peningkatan hiperkolesterolemia dan PTM lainnya. Secara farmakologis penurunan kolesterol menggunakan obat-obat statin untuk menghambat enzim HMG-CoA untuk menurunkan produksi kolesterol di liver ⁵.

Angkak merupakan bahan makanan yang berbentuk kecil seperti beras tetapi berwarna merah gelap yang sering dimanfaatkan sebagai pewarna alami dalam makanan dan bumbu terus diuji sebagai herbal penurun kolesterol karena kandungannya yang memberikan efek seperti statin ⁶. Angkak merupakan hasil fermentasi dari beras oleh jamur *Monascus purpureus* yang menghasilkan pigmen warna merah (*monascus*), kandungan monacolin K (lovastatin, mevinolin, dan mevacor) dan *gamma-aminobutyric acid* (GABA) ⁷. Kandungan monacolin K pada angkak yang identik dengan lovastatin dapat menghambat enzim HMG-CoA dalam biosintesis kolesterol dan ketogenesis ⁸. Proses fermentasi tersebut juga membantu produksi polisakarida yang dapat didegradasi oleh mikrobiota usus menjadi metabolit molekul bioaktif yang secara tidak langsung memengaruhi metabolisme lipid ⁹.

Pemanfaatan angkak sebagai herbal dan bahan makanan untuk menurunkan kadar *Low-Density Lipoprotein* (LDL) dan trigliserida, serta meningkatkan *High-Density Lipoprotein* (HDL) terus diuji. Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa kandungan monacolin K pada angkak memiliki manfaat seperti statin yang efektif menurunkan kolesterol. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas konsumsi angkak dalam menurunkan kolesterol melalui metode *systematic review* dan meta-analisis dari beberapa hasil penelitian primer. Penelitian meta-analisis merupakan metode penelitian dengan mensintesis hasil dari beberapa studi primer yang memiliki kesamaan topik secara sistematis dengan tujuan menyimpulkan distribusi efek dari serangkaian studi tersebut ¹⁰.

METODE

Studi *systematic review* dan meta analisis dilakukan dengan melibatkan beberapa hasil penelitian primer dengan metode *randomized controlled trial*. Data yang digunakan merupakan hasil penelitian primer yang dipublikasikan sejak 2017 hingga 2026, diperoleh dari *database* seperti Google Scholar, Spinger Link, PubMed, dan Science Direct. Pencarian artikel menggunakan kata kunci "angkak", "red yeast rice", "xuezhikang", "cholesterol", "trygliceride", "hypercholesterolemia", "hyperlipdemia". Proses penelitian ini menggunakan pedoman PRISMA dan *critical appraisal* berdasarkan untuk menseleksi artikel yang tidak relevan.

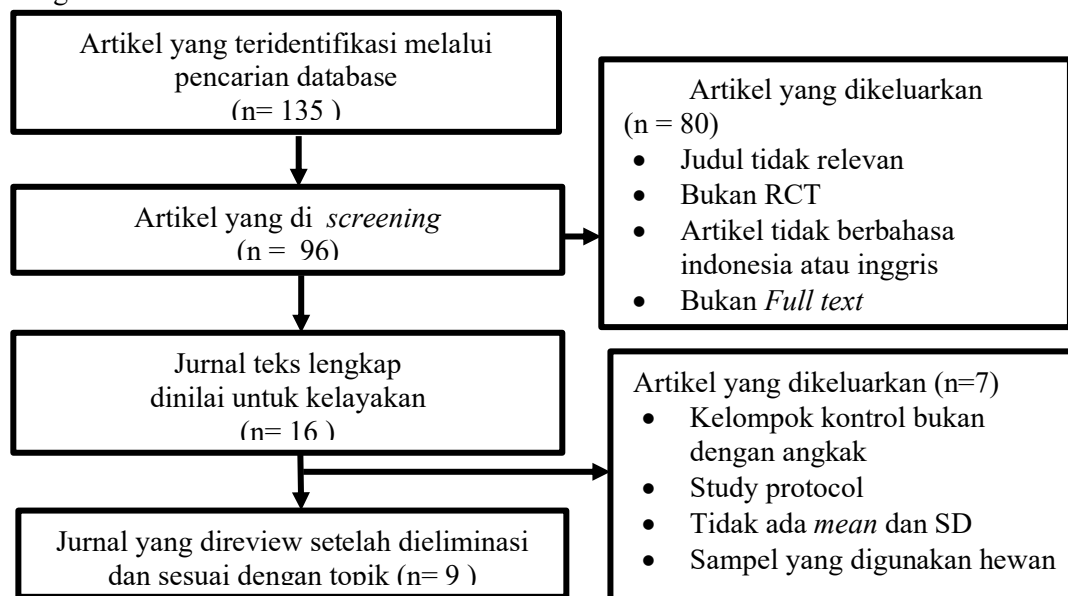
Proses penelitian ini dilakukan perumusan PICO (*Population, Intervention, Comparison, dan Outcome*) untuk menguji kelayakan dan kesesuaian artikel dengan topik penelitian. Berdasarkan hal tersebut peneliti merumuskan kriteria inklusi berdasarkan PICO meliputi artikel yang digunakan *full paper* dan menggunakan studi *Randomized Controlled Trial* (RCT), populasi penelitian ini adalah pasien dengan usia ≥ 18 tahun, artikel yang digunakan memiliki intervensi berupa pemberian angkak baik dalam bentuk suplemen atau dikonsumsi secara langsung, serta artikel memiliki *outcome* variabel terikat berupa hasil pengukuran LDL, HDL, trigliserida, dan kolesterol total. Sedangkan kriteria eksklusi penelitian ini adalah artikel yang digunakan memiliki studi non-RCT dan intervensi yang digunakan berupa moksibusi dan menggunakan obat statin. Artikel yang disertakan dalam penelitian ini harus memenuhi PICO dan berupa tinjauan sistematis tidak disertakan dalam penelitian ini karena tidak memiliki data primer yang dapat digunakan dalam meta-analisis.

Analisis data penelitian menggunakan aplikasi Review Manager 5.3 dengan memasukkan artikel yang meneliti tentang efektivitas angkak terhadap kadar LDL, HDL, trigliserida, dan kolesterol total. Pada penelitian menggunakan data kontinu berupa hasil *mean* dan *standar deviation* dari beberapa studi yang dianalisis untuk mengukur *effect size*. Pelaporan hasil analisis menggunakan *forest plot* yang merepresentasikan secara grafis dari *effect size* dan *confidence interval* (CI) untuk menunjukkan efek secara keseluruhan. Sedangkan pelaporan adanya bias publikasi menggunakan *funnel plot* dengan melihat sebaran artikel dengan merepresentasikan secara grafis ukuran efek yang diplot terhadap ukuran presisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pencarian di data base teridentifikasi 139 artikel tentang efektivitas angkak pada kasus hiperkolesterolemia, kemudian artikel diseleksi menggunakan PRISMA *flowchart* dengan mempertimbangkan kriteria, menghindari adanya duplikasi, dan memilih penelitian dengan desain studi *randomized controlled trial*.



Gambar 1. Diagram alur PRISMA

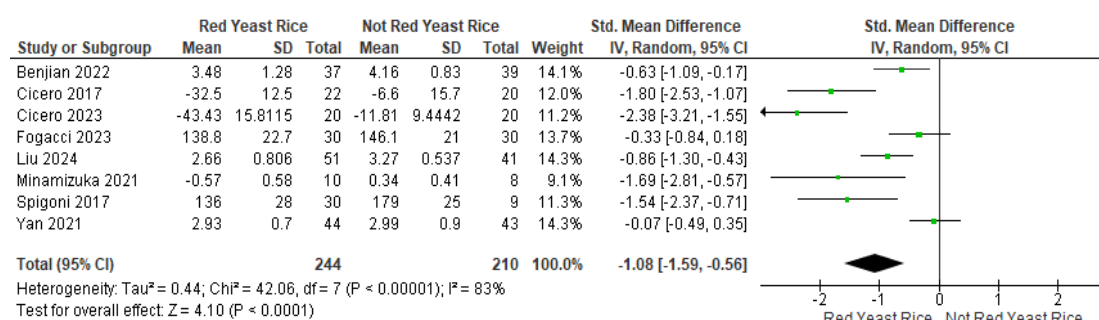
Berdasarkan diagram alur PRISMA pada Gambar 1, terdapat 96 artikel yang tidak terduplikasi, selanjutnya 80 artikel dieliminasi karena kurang sesuai dengan kriteria penelitian ini, sehingga diperoleh 16 artikel yang layak. Pada proses terakhir, dilakukan pemilihan artikel dengan melihat jenis studinya, kelompok kontrol, serta jenis sampelnya. Penelitian ini tidak menggunakan studi yang menggunakan sampel hewan maupun studi protokol, sehingga terdapat 9 artikel yang dapat diambil data hasil pengukuran LDL, HDL, trigliserida, dan kolesterol total untuk dilakukan uji meta-analisis. Studi yang digunakan memiliki beberapa variasi dalam jumlah populasi, lokasi penelitian, tahun penerbitan, dan rumusan PICO seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan PICO dari Studi Potong Lintang yang meneliti Efektivitas Konsumsi Angkak terhadap Penurunan Kolesterol

Author (Tahun)	Negara	Sampel	P	I	C	O
Benjian et al (2022) ¹¹	Tiongkok	76	Pasien	RYR-High MKA	Discontinue	LDL, HDL, Trigliserida, TC
Cicero et al (2017) ¹²	Italia	42	Pasien	RYR	Phytosterols	LDL, HDL, Trigliserida, TC
Cicero et al (2023) ¹³	Italia	40	Pasien	RYR	Placebo	LDL, HDL, Trigliserida, TC
Fogacci et al (2023) ¹⁴	Italia	60	Pasien	RYR	Placebo	LDL, HDL, Trigliserida, TC
Liu et al (2024) ¹⁵	Tiongkok	92	Pasien	RYR	Placebo	LDL, Trigliserida, TC
Spigoni et al (2017) ¹⁶	Italia	39	Pasien	Nutraceutical	Placebo	LDL, HDL, Trigliserida
Yan et al (2021) ¹⁷	Tiongkok	87	Pasien	<i>Xuezhikang</i>	Atrovastatin	LDL, HDL, Trigliserida, TC
Minamizuka (2021) ¹⁸	Jepang	18	Pasien	RYR	Diet	LDL, Trigliserida, TC
Jia et al (2020) ¹⁹	Tiongkok	209	Pasien	<i>Xuezhikang</i>	Placebo	HDL

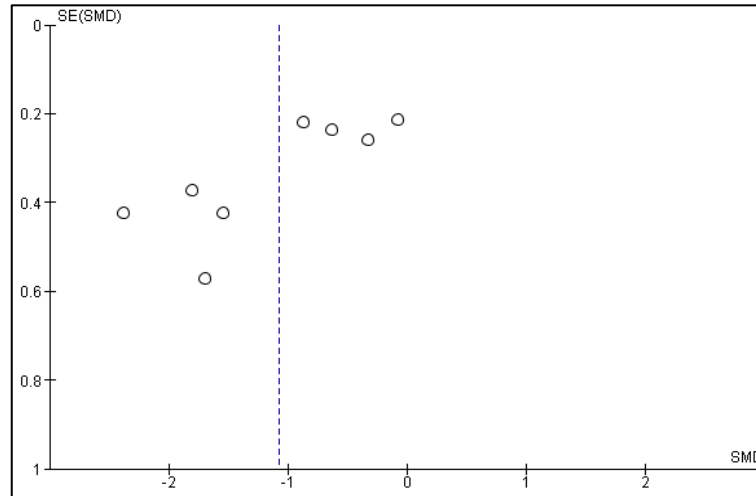
Sebanyak empat studi berasal dari tiongkok, empat studi dari Italia dan satu studi dilakukan di Jepang. Berdasarkan tabel 1. Dapat diidentifikasi 663 partisipan dari 9 studi yang seluruhnya mendapatkan intervensi pemberian angkak baik dalam bentuk suplemen atau serbuk. Pada hasil studi Yan, 2021 dan Jia, 2020 intervensi disebutkan pemberian *xuezhikang* yang merupakan kapsul dari ekstrak angkak. Intervensi pada penelitian Spigoni, 2017 intervensi dilakukan dengan memberikan nutraceutical yang diformulasi dari angkak.

Angkak dapat menurunkan *Low-Density Lipoprotein* (LDL)



Gambar 2. Forest Plot Pengaruh Angkak terhadap penurunan LDL

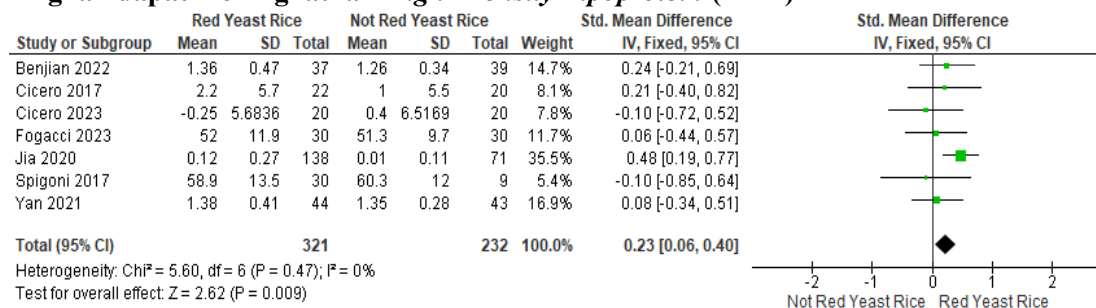
Delapan studi yang melibatkan 454 pasien diidentifikasi dalam penelitain meta analisis ini menunjukkan efek signifikan dari angkak terhadap penurunan *Low-Density Lipoprotein* (LDL). Hasil gabungan keseluruhan dengan menggunakan model random efek pada *forest plot* di Gambar 2. menunjukkan pasien yang mengkonsumsi angkak rata-rata memiliki LDL 1.08 unit lebih rendah dibandingkan yang tidak mendapatkan intervensi angkak (SMD= -1.08; CI 95%= -1.59 hingga -0.56; $p<0.001$). Hasil juga menunjukkan bahwa heterogenitas antar studi tinggi ($I^2= 83\%$; $p<0.005$).



Gambar 3. Funnel Plot pengaruh angkak terhadap penurunan LDL

Funnel plot pada Gambar 3 digunakan untuk menilai potensi bias publikasi dari delapan studi yang digunakan. Hasil menunjukkan bahwa distribusi efek estimasi yang simetris antara studi di kanan dan kiri dari garis vertikal estimasi rata-rata. Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan kecil adanya bias yang mempengaruhi estimasi gabungan.

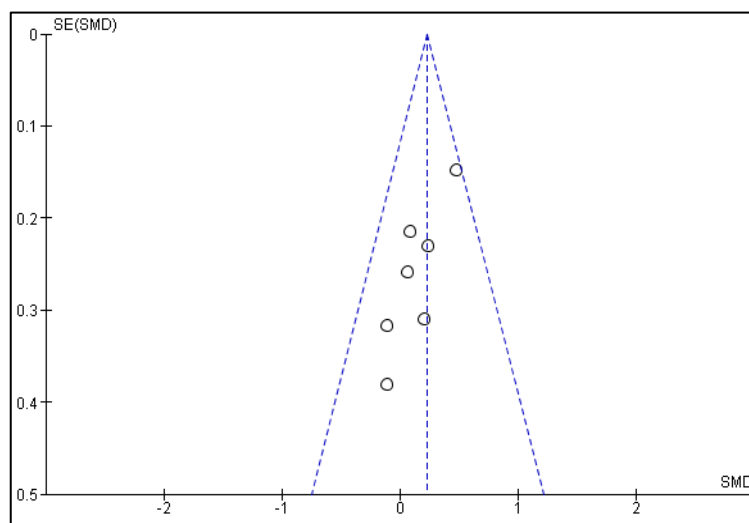
Angkak dapat meningkatkan *High-Density Lipoprotein* (HDL)



Gambar 4. Forest Plot Pengaruh Angkak terhadap peningkatan HDL

Pengukuran pengaruh angkak terhadap peningkatan *High-Density Lipoprotein* (HDL) melibatkan 553 pasien dari tujuh studi. Dua studi secara statistik tidak mengamati efek signifikan dari pemberian angkak terhadap peningkatan HDL. Hasil gabungan keseluruhan dengan menggunakan *Fixed Effect Model*, menunjukkan bahwa pasien yang mengkonsumsi angkak memiliki rata-rata HDL 0.23 unit lebih tinggi. Meskipun efek yang diberikan tidak

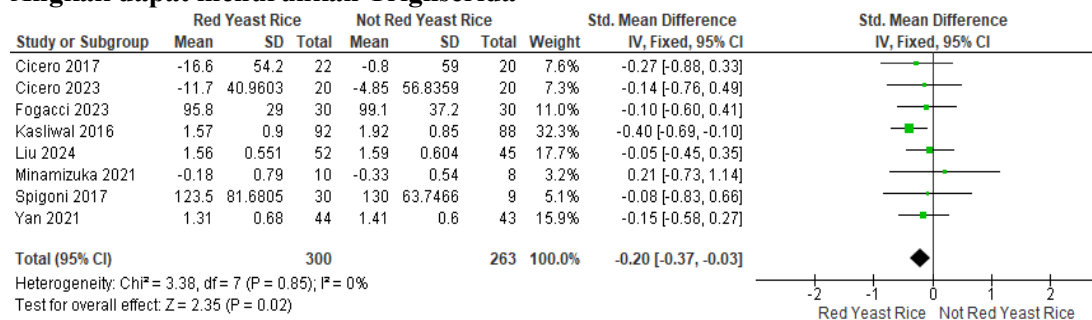
terlalu tinggi tetapi hasil penelitian ini menunjukkan signifikansi peningkatan HDL pada kelompok dengan intervensi angkak (SMD= 0.23; CI 95%= 0.06 hingga 0.40; p= 0.009).



Gambar 5. Funnel Plot pengaruh angkak terhadap peningkatan HDL

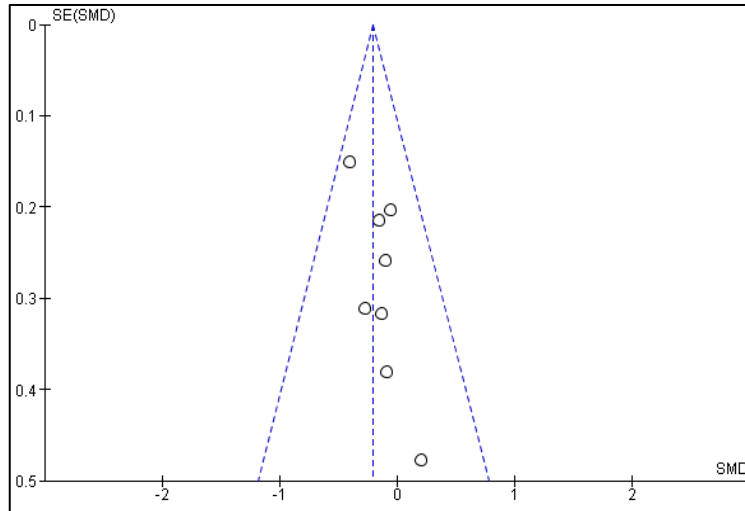
Berdasarkan Gambar 5. yang menampilkan *funnel plot* dari studi meta-analisis tentang terhadap peningkatan HDL pada tujuh studi menunjukkan bahwa distribusi efek estimasi yang asimetris antara studi dengan satu studi berada di sebelah kanan garis vertikal. Hasil tersebut menunjukkan adanya potensi bias publikasi yang menunjukkan ada heterogenitas ringan dan efek *small study*.

Angkak dapat menurunkan Trigliserida



Gambar 6. Forest Plot Pengaruh Angkak terhadap penurunan trigliserida

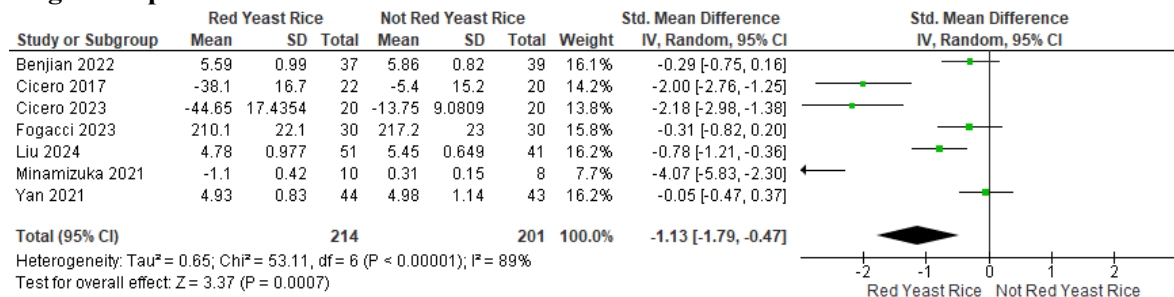
Meta analisis pada pengaruh angkak terhadap penurunan trigliserida darah diambil dari delapan studi primer dengan total sampel 563 pasien. Meskipun terdapat satu studi dari minamizuka 2021 yang menunjukkan bahwa efek pemberian xuezhikang kurang signifikan dibandingkan kelompok kontrol, tujuh studi lainnya menunjukkan pengaruh yang sebaliknya. Hasil gabungan keseluruhan dengan menggunakan *Fixed Effect Model*, menunjukkan bahwa pasien yang mengkonsumsi angkak memiliki rata-rata trigliserida 0.20 unit lebih rendah dibandingkan yang tidak mendapatkan intervensi angkak (SMD= -0.20; CI 95%= -0.37 hingga -0.03; p= 0.02). Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik konsumsi angkak mampu membantu menurunkan kadar trigliserida darah.



Gambar 7. Funnel Plot pengaruh angkak terhadap penurunan trigliserida

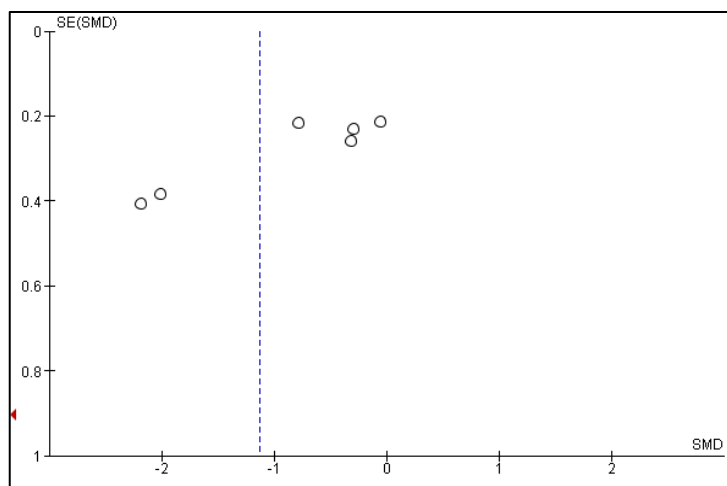
Berdasarkan Gambar 5. yang menampilkan *funnel plot* dari studi meta-analisis tentang terhadap peningkatan HDL pada delapan studi menunjukkan bahwa distribusi efek estimasi yang asimetris antara studi dengan dua studi berada di sebelah kiri garis vertikal dan enam di sebelah kanan. Namun, dikarenakan jumlah studi yang terbatas ($n=8$), hasil tersebut tidak dapat disimpulkan sebagai bias publikasi.

Angkak dapat menurunkan kadar kolesterol total



Gambar 8. Forest Plot Pengaruh Angkak terhadap penurunan kolesterol total

Penelitian meta analisis ini juga menganalisis besar efek penurunan angkak terhadap jumlah kolesterol total seperti pada Gambar 5. Hasil analisis secara *random effect model* dari tujuh studi dengan 415 pasien yang dilibatkan menunjukkan pengaruh yang signifikan dari kelompok dengan suplementasi angkak. Telah dibuktikan bahwa pasien yang mengkonsumsi angkak memiliki kadar kolesterol total 1.13 unit lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol (SMD= -1.13; CI 95%= -1.79 hingga -0.47; $p<0.001$). Hasil juga menunjukkan bahwa heterogenitas antar studi tinggi ($I^2 = 89\%$; $p<0.001$).



Gambar 9. Funnel Plot pengaruh angkak terhadap penurunan kolesterol total

Funnel plot pada Gambar 9 digunakan untuk menilai potensi bias publikasi dari tujuh studi yang digunakan. Hasil menunjukkan bahwa distribusi efek estimasi yang asimetris antara studi di kanan dan kiri dari garis vertikal estimasi rata-rata. Pada hasil tersebut terdapat satu studi yang tidak terlihat dan terlalu jauh dari garis tengah, menunjukkan kemungkinan heterogenitas ringan dan efek *small study* dimana pada penelitian ini terbatas ($n=7$), hal tersebut tidak dapat disimpulkan sebagai bias publikasi. Namun berdasarkan hasil *forest plot* pada Gambar 8. menunjukkan heterogenitas antar studi yang cukup besar ($I^2=89$).

Pembahasan

Hiperkolesterolemia kompleksitas klinis dari ketidakseimbangan jumlah komponen lipid LDL dan trigliserida di dalam darah yang melebihi ambang batas. Sejumlah artikel yang digabungkan dalam studi meta analisis ini membuktikan adanya penurunan kadar kolesterol setelah dilakukan suplementasi angkak pada pasien. Hasil meta analisis ini juga menunjukkan ada penurunan signifikan pada LDL, trigliserida, dan kolesterol total. Dari delapan studi yang digunakan untuk mengukur pengaruh angkak terhadap LDL seluruhnya memberikan efek penurunan lebih besar pada kelompok yang mendapatkan suplementasi angkak dimana rata-rata memiliki nilai LDL 1.08 unit lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol yang tidak mendapatkan suplementasi atau intervensi semu. Penelitian ini juga membuktikan nilai trigliserida dan kolesterol total 0.20 dan 1.13 hal ini membuktikan bahwa suplementasi dengan angkak sangat efektif dalam menyeimbangkan jumlah komponen lipid pada penderita hiperkolesterolemia. Angkak secara signifikan mampu menurunkan LDL hingga 26% atau sekitar 26.67 mg/dL, kolesterol total hingga 25% atau sekitar 25.07 mg/dl, dan trigliserida hingga 11% atau 11.47 mg/dl dengan dosis pemberian RYR 2,8 mg/hari¹³. Efek penurunan kolesterol ini akan sebanding dengan menurunnya risiko penyakit kardiovaskuler, hal ini diperkuat dari penelitian lain yang membuktikan bahwa setiap peningkatan 9 mg/dL kadar trigliserida LDL meningkatkan risiko aterosklerosis 1.26 kali lipat dan stroke iskemik 1.36 kali lipat²⁰.

Penurunan LDL dan trigliserida juga berhubungan erat dengan peningkatan HDL dalam proses transportasi balik kolesterol ke hati untuk diproses dan diekskresikan ke dalam empedu²¹. Peran HDL sebagai ateroprotektif dan kardioprotektif menjadi target potensial

menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler ²². HDL mampu mencegah pembentukan plak aterosklerosis dengan mencegah oksidasi LDL dan sebagai antioksidan bagi tubuh ²³. Beberapa studi dalam meta analisis ini memberikan data adanya pengaruh suplementasi angkak terhadap peningkatan HDL ^{14,24}. Meskipun pengaruh yang diberikan tidak tinggi, namun kelompok dengan suplementasi angkak secara signifikan memiliki rata-rata HDL 0.23 unit lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa angkak tidak hanya menurunkan kadar kolesterol LDL dan trigliserida saja namun juga mampu meningkatkan HDL. Selain itu, suplementasi angkak dibuktikan juga memiliki pengaruh terhadap peningkatan HDL yang mampu mengurangi penumpukan kolesterol dari darah untuk diproses di hati ²⁴.

Angkak merupakan hasil fermentasi dari beras oleh jamur *Monascus purpureus* sehingga memberikan pigmen merah alami dan menghasilkan monacolin K yang menggunakan konfigurasi asam sebagai penurun kolesterol ^{7,25}. Kandungan monacolin K hasil fermentasi pada angkak dapat menghambat enzim 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A (HMG-CoA) untuk mengurangi LDL sehingga mampu mencegah sintesis kolesterol dan menurunkan kadar lipid di darah ²⁵. Monacolin K juga mampu meningkatkan ekspresi reseptor LDL pada permukaan sel hati untuk mempercepat pembersihan HDL dan trigliserida. Selain itu penggunaan angkak sebagai bahan masakan memberikan manfaat fisiologis sebagai antiinflamasi, antioksidan, menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida, serta untuk meningkatkan trombosit ^{8,26}.

KESIMPULAN

Penelitian meta-analisis ini menunjukkan bahwa angkak secara signifikan mampu menurunkan LDL, trigliserida, dan kolesterol total, serta meningkatkan HDL pada penderita hiperkolesterolemia. Pasien yang mendapatkan suplementasi angkak kemungkinan memiliki kolesterol 1.13 lebih rendah, dengan LDL 1.03 dan trigliserida 0.20 lebih rendah dibandingkan pasien yang tidak mendapatkan suplementasi angkak. Selain itu angkak secara signifikan mampu meningkatkan HDL pada pasien hiperkolesterolemia 0.23 lebih tinggi dari pada yang tidak mendapatkan suplementasi angkak. Studi ini masih memiliki keterbatasan dalam menjangkau lebih luas artikel dari berbagai negara, sehingga peneliti merekomendasikan untuk penelitian lebih lanjut untuk mencari artikel dari berbagai negara sehingga dapat membuktikan efektivitas angkak terhadap penurunan kolesterol pada berbagai etnis. Peneliti juga merekomendasikan dapat dilakukan penelitian tentang efektivitas angkak terhadap penurunan Apolipoprotein B sebagai komponen LDL.

DAFTAR PUSTAKA

1. Guo J, Chen S, Zhang Y, Liu J, Jiang L, Hu L, et al. Cholesterol metabolism : physiological regulation and diseases. MedComm. 2024;1–24. doi:<https://doi.org/10.1002/mco2.476>
2. Cui D, Yu X, Guan Q, Shen Y, Liao J, Liu Y, et al. Cholesterol metabolism : molecular mechanisms , biological functions , diseases , and therapeutic targets. Mol Biomed. 2025;6:72. doi:<https://doi.org/10.1186/s43556-025-00321-3>
3. Li Z, Zhu G, Chen G, Luo M, Liu X, Chen Z, et al. Distribution of lipid levels and prevalence of hyperlipidemia : data from the NHANES 2007 – 2018. Lipids Heal Dis.

- 2022;21:111. doi:<https://doi.org/10.1186/s12944-022-01721-y>
4. Gallo A, Le W, Raul G, Isabella DS, Carugo S, Corsini A, et al. Hypercholesterolemia and inflammation — Cooperative cardiovascular risk factors. *Eur J Clin Invest*. 2025;55:1–21. doi:10.1111/eci.14326
 5. Raschi E, Casula M, Cicero AFG, Corsini A, Borghi C, Catapano A. Beyond statins: New pharmacological targets to decrease LDL-cholesterol and cardiovascular events. *Pharmacol Ther*. 2023;250:108507. doi:10.1016/j.pharmthera.2023.108507 PubMed PMID: 37567512.
 6. Rigillo G, Bainsi G, Bruni R, Puja G, Miraldi E, Pani L, et al. Red Yeast Rice or Lovastatin? A Comparative Evaluation of Safety and Efficacy Through a Multifaceted Approach. *Phyther Res*. 2025;39:264–81. doi:10.1002/ptr.8371 PubMed PMID: 39511729.
 7. Yuan X, Gao S, Tan Y, Cao J, Yan S, Zheng B. Production of red yeast rice rich in monacolin K by variable temperature solid fermentation of *Monascus purpureus*. *R Soc Chem*. 2023;13:27303–8. doi:10.1039/d3ra04374f
 8. Trogkanis E, Karalexi MA, Sergentanis TN, Kornarou E, Vassilakou T. Safety and Efficacy of the Consumption of the Nutraceutical “Red Yeast Rice Extract” for the Reduction of Hypercholesterolemia in Humans : A Systematic Review and. *Nutrients*. 2024. doi:<https://doi.org/10.3390/nu16101453>
 9. Qi L, Chen Z, Wang D, Wang L, Soliman M, El-Bahy SM, et al. Structural characterization of red yeast rice-derived polysaccharide and its promotion of lipid metabolism and gut function in high-fat diet-induced mice. *Int J Biol Macromol*. 2024;282. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.136744>
 10. Harrer M, Cuijpers P, Furukawa TA, Ebert DD. *Doing Meta-Analysis with R: A Hands-On Guide*. First. New York, NY: CRC Pers Taylor & Francis Group; 2022. doi:10.1201/9781003107347
 11. Benjian C, Xiaodan H, Huiting P, Yishi L, Yongtao C, Huanlin W, et al. Effectiveness and safety of red yeast rice predominated by monacolin K β -hydroxy acid form for hyperlipidemia treatment and management. *J Tradit Chin Med*. 2022;42:264–71. doi:doi: 10.19852/j.cnki.jtcm.2022.02.007. PubMed PMID: 35473348.
 12. Cicero AFG, Fogacci F, Rosticci M, Parini A, Giovannini M, Veronesi M, et al. Effect of a short-term dietary supplementation with phytosterols, red yeast rice or both on lipid pattern in moderately hypercholesterolemic subjects: A three-arm, double-blind, randomized clinical trial. *Nutr Metab*. 2017;14:1–7. doi:10.1186/s12986-017-0214-2
 13. Cicero AFG, Fogacci F, Tocci G, Addato SD, Grandi E, Banach M, et al. Clinical research clinical study testing the lipid-lowering effect of a novel dietary supplement containing red yeast rice and artichoke extracts compared to Armolipid Plus ® and placebo. *AMS*. 2023;19:1169–79. doi:10.5114/aoms/167969 PubMed PMID: 37732047.
 14. Fogacci F, Giovannini M, Micoli V Di, Grandi E, Veronesi M, Borghi C, et al. Nutraceuticals Evaluation of the effect of a dietary supplementation with a red yeast rice and fish oil-containing nutraceutical on lipid pattern , high sensitivity C-reactive protein , and endothelial function in moderately hypercholesterolaemic subjects. *Arch Med Sci Atheroscler Dis*. 2023;8. doi:10.5114/amsad/177444
 15. Liu M, Xu Z, Wang Z, Wang D, Yang M, Li H, et al. Lipid-lowering, antihypertensive,

- and antithrombotic effects of nattokinase combined with red yeast rice in patients with stable coronary artery disease: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Front Nutr.* 2024;11. doi:10.3389/fnut.2024.1380727
16. Spigoni V, Aldigeri R, Antonini M, Micheli MM, Fantuzzi F, Fratter A, et al. Effects of a new nutraceutical formulation (Berberine, red yeast rice and chitosan) on non-HDL cholesterol levels in individuals with dyslipidemia: Results from a randomized, double blind, placebo-controlled study. *Int J Mol Sci.* 2017;18:1–15. doi:10.3390/ijms18071498 PubMed PMID: 28704936.
 17. Feng Y, Lu S li, Jin X gong, Gao J, Chen W pin, Wang Y xin, et al. Effect of “Natural Polypill”, Xuezhikang on Serum Cholesterol Metabolism Markers in Early Menopausal Women with Hypercholesterolemia. *Chin J Integr Med.* 2022;28:202–7. doi:10.1007/s11655-021-3499-y PubMed PMID: 34432203.
 18. Minamizuka T, Koshizaka M, Shoji M, Yamaga M, Hayashi A, Ida K, et al. Low dose red yeast rice with monacolin K lowers LDL cholesterol and blood pressure in Japanese with mild dyslipidemia: A multicenter, randomized trial. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2021;30:424–35. doi:10.6133/apjcn.202109_30(3).0009 PubMed PMID: 34587702.
 19. Jia W, Li Y, Wan J, Cui X, Lu J, Liu J, et al. Effects of Xuezhitong in Patients with Hypertriglyceridemia: a Multicentre, Randomized, Double-Blind, Double Simulation, Positive Drug and Placebo Parallel Control Study. *Cardiovasc Drugs Ther.* 2020;34:525–34. doi:10.1007/s10557-020-06965-3. PubMed PMID: 32206987.
 20. Balling M, Afzal S, Smith GD, Varbo A, Langsted A, Kamstrup P, et al. Elevated LDL Triglycerides and Atherosclerotic Risk. *J Am Coll Cardiol.* 2023;81:136–52. doi:10.1016/j.jacc.2022.10.019
 21. Linton MF, Yancey PG, Tao H, Davies SS. HDL Function and Atherosclerosis : Reactive Dicarbonyls as Promising Targets of Therapy. *Circ Res.* 2023;132:1521–45. doi:10.1161/CIRCRESAHA.123.321563
 22. Chen L, Zhao Y, Wang Z, Wang Y, Bo X, Jiang X, et al. Very high HDL-C (high-density lipoprotein cholesterol) is associated with increased cardiovascular risk in patients with NSTEMI (non-ST-segment elevation myocardial infarction) undergoing PCI (percutaneous coronary intervention). *BMC Cardiovasc Disord.* 2023;23. doi:https://doi.org/10.1186/s12872-023-03383-9
 23. Cho K hyun. The Current Status of Research on High-Density Lipoproteins (HDL): A Paradigm Shift from HDL Quantity to HDL Quality and HDL Functionality. *IJMS.* 2022;23. doi:https://doi.org/10.3390/ijms23073967
 24. Chen B, Huang X, Peng H, Li Y, Cao Y, Wu H, et al. Effectiveness and safety of red yeast rice predominated by monacolin K β -hydroxy acid form for hyperlipidemia treatment and management. *J Tradit Chin Med.* 2022;42. doi:https://doi.org/10.19852/j.cnki.jtcm.2022.02.007 PubMed PMID: 35473348.
 25. English K. Red yeast rice with monacolin K for the improvement of hyperlipidemia: A narrative review. *World J Clin Cases.* 2025;13:1–14. doi:10.12998/wjcc.v13.i27.105415
 26. Gong Z, Wu Z, Yang Q, Liu J, Jiao P, Tang C. Influences of lactic acid bacteria strains on the flavor profiles, metabolites and quality characteristics of red yeast rice produced by solid-state fermentation. *Food Res Int.* 2024;197. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115172