

Tinjauan Sistematis

Review Artikel: Potensi Terapeutik Tanaman Ginseng sebagai Agen Multikomponen dan Multitarget dalam Berbagai Kondisi Patologis

Ni Made Dwi Indayani¹, Ni Made Pitri Susanti^{2*}

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana,
dwiindahyani911@gmail.com

²Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana,
dekpitsusanti@unud.ac.id

* Penulis Korespondensi

Abstrak— Ginseng telah banyak digunakan dalam pengobatan berbagai penyakit, Ginseng mempunyai sejumlah kandungan aktif dengan efek farmakologis yang signifikan. Studi klinis telah banyak menunjukkan potensi ginseng dalam penanganan beberapa kondisi patologis. Peneliti melakukan tinjauan literatur untuk mengumpulkan studi terbaru terkait potensi herba ginseng dalam penanganan serta pencegahan kondisi patologis. Artikel ini merupakan *review* dari berbagai sumber asli makalah penelitian. Metodologi penelitian ini dilakukan melalui pencarian literatur secara terstruktur dan sistematis pada beberapa database akademik terkemuka, yaitu *Google Scholar*, dan PubMed dengan kata kunci *Panax Ginseng penyakit dan pencegahan*. Tanaman Ginseng memiliki potensi yang besar sebagai agen terapeutik alami dengan mekanisme kerja multikomponen dan multitarget. Berbagai senyawa bioaktif yang terkandung dalam ginseng menunjukkan aktivitas farmakologis luas untuk pencegahan dan pengobatan kondisi patologis. Ginseng memiliki potensi terapeutik yang tinggi sebagai agen multikomponen dan multitarget untuk berbagai kondisi patologis. Metode skrining fitokimia, ekstraksi, fraksinasi, uji aktivitas antibakteri, uji *in vivo* serta *in silico* yang digunakan mendukung efektivitasnya dalam mekanisme biologis yang kompleks, menjadikan Ginseng kandidat kuat untuk dikembangkan sebagai fitofarmaka berbasis bukti ilmiah.

Kata Kunci— Panax ginseng, Pencegahan, Penyakit

1. PENDAHULUAN

Penggunaan tanaman dalam kesehatan modern untuk mendukung kesehatan merupakan komponen penting dalam tradisi dan pengetahuan manusia secara global. Tumbuhan menyediakan berbagai senyawa alami yang berkontribusi pada pemeliharaan dan peningkatan kesehatan. Ginseng menonjol sebagai salah satu tanaman dengan beragam khasiat pengobatan. Tanaman ini telah dikenal secara luas di berbagai belahan dunia dan telah lama dimanfaatkan sebagai tanaman obat di negara-negara Asia Timur, khususnya Korea dan Cina. Penemuan ginseng pertama kali terjadi di kawasan pegunungan Manchuria, Cina, lebih dari 5.000 tahun silam. Tanaman ini tergolong dalam famili Araliaceae yang terdiri dari 8 hingga 13 spesies dalam genus *Panax*, dengan *Panax ginseng* dikenal sebagai "ginseng Asia" atau "ginseng Cina". Nama genus *Panax* berasal dari penggabungan kata Yunani "pan" yang berarti "semua" dan "axos" yang berarti "mengobati", sehingga secara harfiah bermakna "penyembuh segala penyakit". Sebagai *nutraceutical*, ginseng telah menunjukkan efektivitas dalam berbagai aplikasi farmakologis. Studi ilmiah menunjukkan bahwa berbagai kandungan senyawa aktif tanaman ginseng mampu sebagai agen penyembuhan berbagai penyakit (Ratan *et al.*, 2021).

Pendekatan multikomponen mengacu pada keberadaan berbagai senyawa bioaktif dalam suatu tanaman obat yang bekerja secara sinergis, komplementer, atau aditif untuk

menghasilkan efek farmakologis yang lebih luas, pada ginseng komponen utama seperti ginsenosida, alkaloid, flavonoid, terpenoid, fenolik, kaempferol, quercetin, fenolik, berkontribusi bersama dalam modulasi aktivitas biologis (Choi *et al.*, 2018; Piao *et al.*, 2020). Sementara itu, pendekatan multitarget menekankan kemampuan satu atau lebih senyawa untuk berinteraksi dengan berbagai protein atau jalur molekuler sekaligus. Hal ini relevan untuk penyakit kompleks, karena memungkinkan penghambatan atau pengaturan beberapa mekanisme patologi secara bersamaan. Keunggulan dari strategi ini terletak pada efektivitasnya yang lebih tinggi dibandingkan obat konvensional yang hanya berfokus pada satu target, potensi sinergisme antar senyawa, kemampuan menekan resistensi biologis, serta kesesuaiannya dengan konsep pengobatan tradisional yang memang memanfaatkan ekstrak tanaman secara utuh. Namun demikian, sejumlah keterbatasan masih ditemukan dalam penelitian sebelumnya. Kompleksitas interaksi antar senyawa menyulitkan identifikasi kontribusi spesifik tiap molekul, data farmakokinetik (ADMET) masih terbatas, dan adanya variabilitas komposisi fitokimia akibat perbedaan spesies, usia panen, serta metode ekstraksi menyebabkan kesulitan dalam standardisasi. Oleh karena itu diperlukan kajian ini untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai efek terapeutik ginseng berdasarkan data terkini dari studi *in vitro* dan *in silico*, termasuk analisis *molecular docking* sebagai metode prediktif untuk mengidentifikasi afinitas senyawa terhadap target protein, dengan menggabungkan pendekatan skrining fitokimia, ekstraksi, fraksinasi, dan validasi melalui uji pra-klinis, penelitian ini berupaya menegaskan peran ginseng sebagai kandidat fitofarmaka yang efektif untuk menangani berbagai kondisi patologis. Pemahaman ini diharapkan dapat memperkuat landasan ilmiah dalam pengembangan terapi herbal berbasis bukti neurologis (Ratan *et al.*, 2021).

2. METODE

2.1. Pencarian Pustaka

Pengumpulan referensi ilmiah dilakukan dengan menelusuri berbagai sumber pustaka dari artikel dan jurnal yang dipublikasikan baik di tingkat nasional maupun internasional. Pencarian literatur dilaksanakan melalui database seperti *PubMed* dan *Google Scholar* dengan menerapkan teknik Boolean operator serta kombinasi term pencarian ((*Panax ginseng*) AND (disease)) AND (prevention). Kegiatan penelusuran ini bertujuan mengidentifikasi dan menghimpun referensi akademik yang mampu menyediakan data mengenai kemampuan tanaman obat tradisional dalam berperan sebagai agen dengan multi komponen dan multi target pada berbagai keadaan patologis yang diteliti.

2.2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Standar pemilihan yang ditetapkan dalam tinjauan naratif ini mencakup publikasi akademik berupa riset tentang komponen bioaktif dalam tanaman obat yang telah memperlihatkan kemampuan terapeutik ginseng sebagai agen multi komponen dan multi target pada berbagai kondisi patologis, dengan periode publikasi antara 2020-2025, serta menggunakan bahasa Indonesia atau Inggris. Standar penolakan meliputi artikel yang diterbitkan lebih dari 5 tahun lalu, menggunakan bahasa selain Indonesia dan Inggris, memiliki variabel studi yang tidak relevan dengan tema penelitian, serta publikasi berbentuk tinjauan pustaka, tesis, atau disertasi.

2.3. Seleksi Pustaka

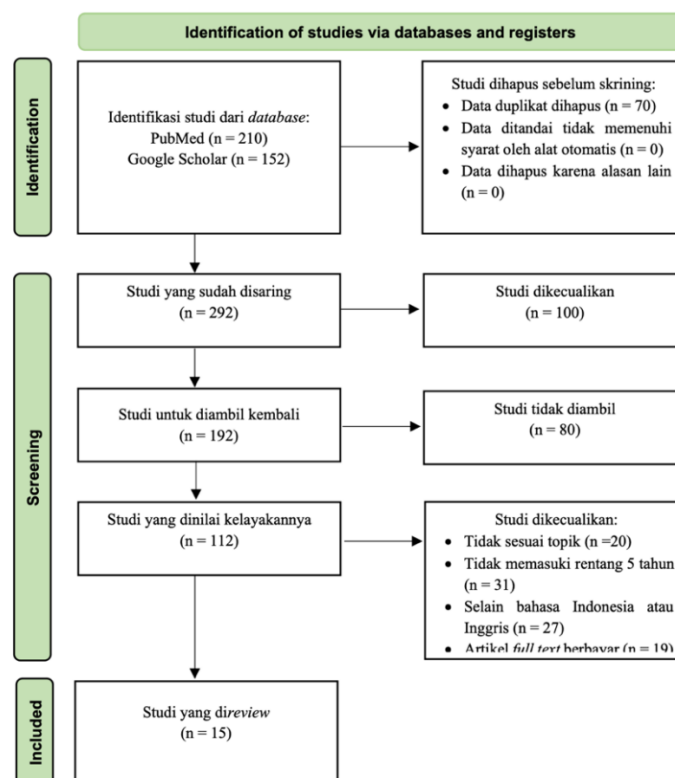
Artikel yang memenuhi syarat selanjutnya dievaluasi melalui kajian teks komprehensif untuk mengonfirmasi kesesuaiannya dengan tema riset. Semua pustaka yang berhasil melewati tahap seleksi kemudian dikelola dan diatur menggunakan aplikasi pengelola referensi Mendeley untuk memudahkan proses pengolahan dan sitasi sumber pustaka dalam pembuatan tinjauan naratif.

2.4. Ekstraksi dan Manajemen Data

Literature terpilih dikaji untuk mengambil informasi esensial berkaitan dengan senyawa bioaktif, metodologi penelitian, serta efek penyembuhan penyakit dalam konteks potensi terapeutik sebagai agen multi komponen dan multi target pada berbagai kondisi patologis melalui pendekatan *in silico* dan *in vivo*. Pengumpulan data yang dilakukan mencakup informasi kualitatif mengenai kandungan komponen bioaktif pada tanaman obat yang berpotensi sebagai agen multi komponen dan multi target dalam berbagai kondisi patologis, cara kerja komponen bioaktif tersebut, serta protein sasaran yang digunakan dalam penelitian *in silico*.

2.5. Analisis Data

Data yang telah diambil dan dievaluasi selanjutnya dianalisis untuk mengkaji kandungan senyawa bioaktif dalam tanaman obat yang berpotensi sebagai agen multi komponen dan multi target pada berbagai kondisi patologis. Diagram alir PRISMA yang menggambarkan tahapan pencarian literatur dari fase identifikasi hingga penetapan akhir artikel yang relevan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telaah terhadap literatur, diperoleh 15 artikel ilmiah yang relevan. Temuan dari artikel-artikel tersebut menunjukkan bahwa *Panax ginseng* memiliki potensi terapeutik terhadap berbagai kondisi patologis penerapan beragam metode yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *Review* Metode, Senyawa Aktif, Hasil Pengujian, dan Efek Farmakologis Ginseng

No	Metode	Senyawa Aktif	Hasil Pengujian	Penyembuhan Penyakit	Referensi
1.	Uji skrining fitokimia; uji in vivo	Alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin	Dosis 600 mg/Kg BB dinyatakan sebagai dosis paling efektif dalam menurunkan kadar gula darah berturut-turut dalam hari ke-3, hari ke-5, dan hari ke-7 dalam minggu ke-2 yaitu 40,25%, 48,99% dan 55,62%	Penurunan kadar gula darah	(Rizqia, 2023)
2.	Ekstraksi dan in Vivo	Karbohidrat, asam karboksilat, alkohol, dan asam amino	WGF mengandung 99,73% komponen volatil, didominasi oleh karbohidrat (74,45%), asam karboksilat (10,25%), alkohol (8,08%), dan asam amino (4,26%). Pengaplikasian WGF: 1. Serum L-Name - Kreatinin 1.2 mg/dL - Urea 78 mg/dL GWF - Kreatinin 1.1 mg/dL - Urea 55 mg/dL 2. KIM-1 & Lipocalin-2 L-NAME: - 4.2 ng/mL) - LCN-2 8 ng/mL GWF: - KIM-1 1.0 ng/mL - LCN-2 2.2 ng/mL	Gagal ginjal	(Ragab <i>et al.</i> , 2021)

Lanjutan Tabel 1. Hasil *Review* Metode, Senyawa Aktif, Hasil Pengujian, dan Efek Farmakologis Ginseng

No	Metode	Senyawa Aktif	Hasil Pengujian	Penyembuhan Penyakit	Referensi
			3.MDA dan eNOS L-NAME: MDA: 29 nmol/mg		
			- eNOS: 2.1 ng/mL Ekspresi Gen TNF- α (RT-PCR): TNF- α sangat meningkat pada kelompok L-NAME (sekitar 2 kali lipat dibanding kontrol)		
3.	<i>Molecular docking</i> ; Uji in vivo	Ginsenoside Rg3, Rh4, Rg5, oleanolic acid, dan kaempferol	FGP menunjukkan kemampuan terhadap target utama yaitu TNF- α , IL-1 β , VEGFA, dan XO. Senyawa oleanolic acid, kaempferol, Ginsenoside Rg3, Rh4, dan Rg5 memiliki ikatan afinitas paling kuat terhadap XO, dengan nilai afinitas berturut-turut -9,4; -9,5; -9,8; -9,2; dan -9,5. Pemberian FGP pada mencit dengan dosis 400 dan 800 mg/kg, hasil kidney index secara berturut turut 1.5 ± 0.15 dan 1.49 ± 0.13 .	Hiperurisemia	(Zhang <i>et al.</i> , 2022)
4.	<i>Molecular docking</i>	Kuersetin dan kaempferol	IL6 memiliki ikatan afinitas paling kuat dengan kuersetin (-7,8), AKT-1 memiliki ikatan afinitas paling kuat dengan kaempferol (-8,3), dan IL1B memiliki ikatan afinitas paling kuat dengan kaempferol (-8,2).	Postmenopausal osteoporosis	(Fan <i>et al.</i> , 2023)
5.	<i>Molecular docking</i>	Ginsenoside, kaempferol, dan kuersetin	Hasil <i>docking</i> menunjukkan hasil STAT3 dengan Ginsenoside-F2(-10.5); AKT1 dengan kaempferol	Kanker paru-paru	(Li <i>et al.</i> , 2021)

Lanjutan Tabel 1. Hasil *Review* Metode, Senyawa Aktif, Hasil Pengujian, dan Efek Farmakologis Ginseng

No	Metode	Senyawa Aktif	Hasil Pengujian	Penyembuhan Penyakit	Referensi
			(-9.5); TNF dengan quercetin (-9.4); TP53 dengan quercetin (-8.9); JUN dengan kaempferol (-8.9); JUN dengan quercetin (-8.6) TNF dengan ginsenoside rh2 (-8.4); dan MAPK1 dengan quercetin (-8.2)		
6.	<i>Molecular docking</i>	Ginsenoside Rh4 dan Rk3	Hasil <i>docking</i> menunjukkan dua senyawa Ginsenoside Rh4 dan Rk3 menunjukkan ikatan paling kuat terhadap protein mTOR, dengan nilai -11.5 kcal/mol.	Kardiovaskular	(Dai <i>et al.</i> , 2023)
7.	<i>Molecular docking</i>	Ginsenoside	Hasil <i>docking</i> paling kuat senyawa Ginsenoside yang berikatan dengan protein target ESR1 yaitu -10,25 kcal/mol.	Diabetes Mellitus	(Huang <i>et al.</i> , 2025)
8.	Ekstraksi; uji skrining fitokimia, uji aktivitas antibakteri	Fenol, flavonoid, saponin, dan steroid	Skrining fitokimia ekstrak etanol 70% menunjukkan hasil positif terhadap senyawa fenol, flavonoid, saponin, dan steroid. Hasil uji aktivitas antibakteri untuk konsentrasi 5% menghasilkan zona hambat sebesar $4,01 \pm 0,104$ mm, 10% sebesar $6,93 \pm 0,583$ mm, 20% sebesar $8,28 \pm 0,332$ mm, 40% sebesar $9,45 \pm 0,229$ mm, 60% sebesar $10,74 \pm 0,051$ mm, dan 80% sebesar $11,26 \pm 0,202$ mm.	Disentri	(Oktaviani <i>et al.</i> , 2024)

Lanjutan Tabel 1. Hasil *Review* Metode, Senyawa Aktif, Hasil Pengujian, dan Efek Farmakologis Ginseng

No	Metode	Senyawa Aktif	Hasil Pengujian	Penyembuhan Penyakit	Referensi
			Kontrol positif menghasilkan zona hambat $13,06 \pm 0,076$ mm, kontrol negatif (0 mm)		
9.	<i>Molecular docking</i>	G-Rg 5	Hasil <i>docking</i> paling kuat yaitu G-Rg 5 yang berikatan dengan protein target PIK3CA yaitu -10,7 kcal/mol.	Osteosarcoma	(M. yang Liu <i>et al.</i> , 2024)
10.	<i>Molecular docking</i>	Rh2, kaempferol, fumarine	Hasil <i>molecular docking</i> menunjukkan bahwa ginsenoside TNF menghasilkan afinitas tertinggi terhadap Rh2 (-9,5), IL-1B menghasilkan afinitas tertinggi terhadap Rh2 (-7,3) AKT1 menghasilkan afinitas tertinggi terhadap kaempferol (-6,4) PTGS2 menghasilkan afinitas tertinggi terhadap kaempferol (-9,2), BCL2 menghasilkan afinitas tertinggi terhadap fumarine (-8,6) JUN menghasilkan afinitas tertinggi terhadap Rh2 (-9,3)	Disfungsi ereksi dan Astenospermia	(L. Liu <i>et al.</i> , 2024)
11.	<i>Molecular docking</i>	Gallic acid; Quercetin; Myricetin; Apigenin; Epicatechin; Chlorogenic acid	Hasil <i>docking</i> menunjukkan bahwa protein COX-1 menghasilkan ikatan paling kuat dengan myricetin yaitu -6,13 kcal/mol; dan COX-2 berikatan kuat dengan quercetin yaitu -6,19 kcal/mol	Anti inflamasi	(Joy <i>et al.</i> , 2023)

Lanjutan Tabel 1. Hasil *Review* Metode, Senyawa Aktif, Hasil Pengujian, dan Efek Farmakologis Ginseng

No	Metode	Senyawa Aktif	Hasil Pengujian	Penyembuhan Penyakit	Referensi
12.	In Vivo	Flavonoid, saponin, dan terpenoid	IGJ 33 mg/kg BB aktivitas fagitosis 59,33±3,08b; indeks fagitosis: 2,20±0,08b; IGJ 66 mg/kg BB aktivitas fagitosis : 65,33±3,01b; indeks fagitosis : 2,38±0,20b; IGJ 200 mg/kg BB aktivitas fagitosis: 74,83±2,32a indeks fagitosis : 3,07±0,05a	Imunomodulator	(Rizqia, 2023)
13.	<i>Molecular docking</i>	(+)-Maackiain, kaemferol, ginsenoside Rg5, protopine	Hasil <i>molecular docking</i> senyawa (+)-Maackiain menunjukkan afinitas terbaik terhadap SRC (-8.6 kcal/mol); kaemferol memiliki afinitas ikatan tertinggi terhadap AKT1 (-8.5 kcal/mol); ginsenoside Rg5 paling kuat berikatan dengan STAT3 (-8.1 kcal/mol); dan protopine memiliki ikatan afinitas terbaik dengan PIK3R1 (-10,0 kcal/mol)	Antidiabetes	(Tran & Lee, 2022)
14.	<i>Molecular docking</i>	Rutaecarpine; ginsenoside Rb1, dan dihydrorutaecarpine	Hasil <i>docking molecular</i> menunjukkan bahwa senyawa rutaecarpine menunjukkan afinitas paling tinggi terhadap beberapa target utama, terhadap ALB (-10,526); terhadap AKT 1 (-8,277), dan terhadap TNF (-4,689). Selain itu, ginsenoside Rb1 memiliki kemampuan ikatan yang kuat terhadap VEGFA dengan nilai (-6,188), dan	Fibrosis miokard	(Han <i>et al.</i> , 2022)

Lanjutan Tabel 1. Hasil *Review* Metode, Senyawa Aktif, Hasil Pengujian, dan Efek Farmakologis Ginseng

No	Metode	Senyawa Aktif	Hasil Pengujian	Penyembuhan Penyakit	Referensi
			dihydrorutaecarpine terhadap IL6 dengan nilai (-3,345).		
15.	<i>Molecular docking</i>	Withanoside x dan quercetin-3-O-galactosyl-rhamnosyl-glucoside	Hasil <i>docking molekuler</i> dari protein 6W01 dan 6M0J dengan senyawa quercetin-3-O-galactosyl-rhamnosyl-glucoside menghasilkan ikatan afinitas tertinggi sebesar (-9.36 kcal/mol) dan (-6.70 kcal/mol) dengan ΔG_{bind} sebesar -49.41. Senyawa withanoside x juga menghasilkan ikatan afinitas tertinggi kedua yaitu (-5.94 kcal/mol) 6M0J (-7.07 kcal/mol), dengan ΔG_{bind} sebesar (-89.42).	Inhibitor Virus SARS-CoV-2	(Chikhale <i>et al.</i> , 2021)

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1, berbagai senyawa aktif tanaman ginseng yang berpotensi digunakan sebagai agen penyembuhan dan pencegahan penyakit. Beragam metode telah diterapkan dalam studi terkait potensi terapeutik tanaman ginseng, antara lain uji skrining fitokimia untuk identifikasi senyawa bioaktif, uji aktivitas antibakteri, proses ekstraksi dan fraksinasi, serta pendekatan komputasional melalui *molecular docking* untuk memprediksi interaksi senyawa dengan target biologis. Selain itu, dilakukan pula penentuan kadar total fenolik, serta pengujian secara *in vivo* untuk mengonfirmasi aktivitas farmakologis secara biologis. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa ginseng memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi produk fitofarmaka dan suplemen kesehatan berbasis bukti ilmiah. Aktivitas multitarget senyawa bioaktifnya memungkinkan pemanfaatan ginseng dalam pencegahan dan terapi berbagai penyakit. Temuan ini mendukung formulasi produk herbal yang lebih terarah, efektif, dan aman, serta mendorong inovasi dalam industri obat tradisional dan suplemen modern.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rizqia (2023) menunjukkan bahwa ekstrak akar ginseng (*Talinum paniculatum*) memiliki aktivitas antidiabetes yang signifikan pada mencit yang diinduksi aloksan. Senyawa aktif yang teridentifikasi melalui skrining fitokimia, yaitu alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin, berkontribusi terhadap mekanisme penurunan kadar glukosa darah. Masing-masing senyawa bekerja melalui berbagai jalur, seperti stimulasi regenerasi sel β pankreas, peningkatan sekresi insulin dengan merangsang sel β pankreas, penghambatan absorpsi glukosa serta menginduksi regenerasi sel β pankreas, peningkatan sensitivitas insulin, serta menghambat kerja enzim α -glukosidase. Uji *in vivo* menunjukkan

bahwa dosis 600 mg/Kg BB memberikan efektivitas tertinggi dengan penurunan kadar glukosa berturut-turut sebesar 40,25%, 48,99%, dan 55,62%, dibandingkan dengan dosis 400 mg/Kg BB (50,77%) dan 200 mg/Kg BB (48,62%). Hal ini dapat terjadi karena semakin tinggi dosis yang diberikan semakin menurun kadar gula darah pada mencit dan dengan adanya beberapa mekanisme kerja yang dimiliki oleh beberapa senyawa yang terkandung dalam ekstrak akar ginseng juga akan berpotensi sebagai antidiabetes. Hasil analisis statistik memperkuat bahwa perbedaan antar kelompok perlakuan signifikan, yang menunjukkan potensi akar ginseng sebagai agen fitoterapi dalam pengelolaan diabetes.

Penelitian yang dilakukan oleh Ragab *et al.* (2021) menunjukkan bahwa fraksi air ginseng (WGF) memiliki komposisi kimia kompleks dengan kandungan utama berupa karbohidrat (74,45%), asam karboksilat (10,25%), alkohol (8,08%), dan asam amino (4,26%), berdasarkan hasil analisis GC-MS. Kandungan senyawa volatil yang mencapai 99,73% menjadikan WGF sebagai sumber senyawa polar yang berpotensi tinggi sebagai agen bioaktif. Secara fungsional, pemberian WGF pada tikus yang diinduksi L-NAME selama 4 minggu menunjukkan kemampuan dalam memperbaiki fungsi ginjal. Hal ini terlihat dari penurunan kadar kreatinin dari 1,2 mg/dL menjadi 1,1 mg/dL, dan penurunan urea dari 78 mg/dL menjadi 55 mg/dL, yang mendekati rentang fisiologis. Selain itu, WGF juga menurunkan biomarker cedera ginjal akut seperti KIM-1 (dari 4,2 ng/mL menjadi 1,0 ng/mL) dan LCN-2 (dari 8 ng/mL menjadi 2,2 ng/mL), yang menunjukkan perlindungan terhadap kerusakan struktural ginjal. Aktivitas antioksidan WGF tercermin dari penurunan kadar MDA dan normalisasi kadar eNOS, yang menandakan perbaikan fungsi endotel vaskular. Tak hanya itu, ekspresi TNF- α yang semula meningkat akibat perlakuan L-NAME berhasil ditekan secara signifikan oleh WGF, menunjukkan potensi aktivitas antiinflamasi yang bekerja melalui penurunan stres oksidatif dan modulasi jalur transduksi sinyal seperti NF- κ B. Secara keseluruhan, fraksi air ginseng memperlihatkan potensi kuat sebagai agen renoprotektif melalui kombinasi aktivitas antioksidan, antiinflamasi, serta kemampuannya dalam memperbaiki fungsi dan struktur ginjal.

Hasil analisis yang dilakukan oleh Zhang *et al.* (2022) *molecular docking* menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam *Fresh Ginseng Paste* (FGP) yaitu ginsenoside Rg3, Rh4, Rg5, oleanolic acid, dan kaempferol, memiliki afinitas kuat terhadap target utama hiperurisemia, yaitu TNF- α , IL-1 β , VEGFA, dan xanthine oxidase (XO), dengan nilai energi pengikatan semuanya lebih rendah dari -5,0 kJ/mol. Di antara senyawa tersebut, afinitas paling kuat terhadap XO ditunjukkan oleh ginsenoside Rg3 (-9,8 kJ/mol), diikuti oleh kaempferol dan Rg5 (-9,5 kJ/mol), oleanolic acid (-9,4 kJ/mol), dan Rh4 (-9,2 kJ/mol). Interaksi kuat dengan XO sangat penting karena enzim ini bertanggung jawab atas pembentukan asam urat melalui oksidasi hipoksantin, dan menjadi target utama dalam pengobatan hiperurisemia. Temuan ini juga memperkuat prediksi sebelumnya melalui pendekatan network pharmacology bahwa FGP berperan dalam regulasi jalur TNF dan IL-17 yang relevan terhadap proses patologi hiperurisemia. Hasil uji *in vivo* yang dilakukan menggunakan mencit menunjukkan bahwa pemberian FGP pada dosis 400 mg/kg dan 800 mg/kg dengan hasil *kidney index* secara berturut-turut 1.5 ± 0.15 dan 1.49 ± 0.13 secara signifikan menurunkan kadar asam urat (UA), urea nitrogen darah (BUN), dan aktivitas enzim xanthine oxidase (XO) di serum dan hati jika dibandingkan dengan kelompok model ($p < 0,01$). Hal ini menunjukkan bahwa FGP bekerja dengan menghambat aktivitas XO, enzim utama dalam konversi hipoksantin menjadi asam

urat, yang merupakan mekanisme penting dalam pengendalian hiperurisemia. FGP juga mampu menurunkan indeks ginjal, dan memperbaiki kerusakan jaringan.

Hasil analisis yang dilakukan Fan *et al.* (2023) hasil *docking* menunjukkan bahwa dua senyawa aktif, yaitu kuersetin dan kaempferol, memiliki afinitas ikatan yang baik terhadap tiga target utama pengobatan osteoporosis pascamenopause, yaitu IL6, AKT1, dan IL1B. Kuersetin menunjukkan afinitas tertinggi terhadap IL6 dengan energi ikatan $-7,8$ kJ/mol, sementara kaempferol menunjukkan afinitas paling kuat terhadap AKT1 ($-8,3$ kJ/mol) dan IL1B ($-8,2$ kJ/mol). Semua nilai energi tersebut di bawah ambang -5 kJ/mol, menunjukkan interaksi yang kuat, stabil, dan relevan secara biologis. Interaksi ini terjadi melalui pembentukan ikatan hidrogen antara gugus fungsional senyawa dengan residu asam amino spesifik pada protein target. Hasil ini mendukung dugaan bahwa kuersetin dan kaempferol berperan penting dalam efek terapeutik *Ginseng and Astragalus Decoction* (GAD) terhadap osteoporosis pascamenopause. Lebih lanjut, hasil analisis KEGG *pathway* menunjukkan bahwa kedua senyawa tersebut berpotensi mengaktivasi jalur PI3K-AKT, yang berperan sentral dalam regulasi apoptosis, proliferasi sel, dan proses osteogenesis. Jalur ini diketahui mengalami disfungsi pada osteoporosis dan aktivasinya mampu meningkatkan kepadatan serta mencegah degradasi tulang. Selain itu, quercetin dan kaempferol juga berpotensi menghambat jalur AGE-RAGE, yang berkontribusi terhadap kerusakan metabolik tulang melalui peningkatan stres oksidatif dan inflamasi kronis. Oleh karena itu, modulasi kedua jalur ini oleh senyawa aktif GAD memperkuat potensi decoction ini sebagai agen terapi multi-target dan multi-jalur dalam pengelolaan osteoporosis pascamenopause..

Hasil analisis yang dilakukan Li *et al.* (2021) analisis jalur sinyal (KEGG) daun ginseng diketahui memengaruhi jalur PI3K-Akt, MAPK, serta jalur kanker paru sel kecil dan non-sel kecil. Jalur-jalur ini mengatur proses vital seperti pertumbuhan, proliferasi, dan kelangsungan hidup sel. Dereglasi (gangguan) jalur ini sering ditemukan pada kanker paru, dan dikaitkan dengan tumor yang agresif dan sulit diobati. Hasil molecular docking menunjukkan bahwa senyawa aktif dari ginseng, seperti ginsenoside-F2, kaempferol, quercetin, dan ginsenoside-Rh2, memiliki kemampuan berikatan kuat dengan berbagai target protein yang berperan penting dalam proses kanker dan regulasi imun. Ginsenoside-F2 menunjukkan afinitas tertinggi terhadap STAT3 dengan energi ikatan $-10,5$ kcal/mol, yang mengindikasikan potensi kuat dalam menghambat aktivitas STAT3, suatu faktor transkripsi yang sering terlibat dalam proliferasi dan kelangsungan hidup sel kanker. Kaempferol menunjukkan interaksi kuat dengan AKT1 ($-9,5$ kcal/mol) dan JUN ($-8,9$ kcal/mol), mengarah pada potensinya dalam menghambat jalur pensinyalan PI3K/AKT dan MAPK/JUN yang penting dalam regulasi pertumbuhan dan apoptosis sel. Sementara itu, quercetin memiliki afinitas tinggi terhadap beberapa target, termasuk TNF ($-9,4$ kcal/mol), TP53 ($-8,9$ kcal/mol), JUN ($-8,6$ kcal/mol), dan MAPK1 ($-8,2$ kcal/mol), yang mendukung perannya sebagai senyawa antiinflamasi, imunomodulator, serta antikanker melalui modulasi berbagai jalur biologis. Ginsenoside-Rh2 menunjukkan afinitas tinggi terhadap TNF ($-8,4$ kcal/mol), memperkuat potensinya dalam menekan respon inflamasi. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa senyawa-senyawa aktif ginseng bekerja secara sinergis melalui pendekatan multi-target dan multi-*pathway*, menjadikannya kandidat potensial dalam terapi penyakit degeneratif seperti kanker dan gangguan peradangan kronis.

Hasil analisis yang dilakukan Dai *et al.* (2023) menunjukkan bahwa dua senyawa aktif

dalam ginseng olahan, yaitu ginsenoside Rh4 dan Rk3, memiliki afinitas ikatan paling kuat terhadap protein mTOR, dengan nilai energi pengikatan mencapai ($-11,5$ kcal/mol). Nilai energi ini menunjukkan interaksi yang sangat stabil dan potensial secara biologis antara senyawa dengan target proteinnya. Protein mTOR (*mechanistic target of rapamycin*) adalah enzim penting dalam tubuh yang mengatur berbagai proses seluler, seperti pertumbuhan sel, sintesis protein, dan metabolisme energi. Menariknya, hasil *docking* menunjukkan bahwa senyawa ginsenoside Rh4 dan Rk3 dari *black* ginseng mampu berikatan kuat dengan mTOR, sehingga berpotensi menghambat mTORC1 dan memodulasi jalur sinyal seperti PI3K-Akt, MAPK, dan jalur apoptosis. Jalur-jalur ini diketahui saling berinteraksi dalam proses patofisiologi HF, termasuk dalam pengaturan stres oksidatif, inflamasi, dan resistensi terhadap iskemia. Senyawa Rg5 dilaporkan dalam studi ini mampu mencegah pembukaan pori transisi permeabilitas mitokondria dan meningkatkan produksi ATP melalui aktivasi jalur Akt, yang menandakan peran sentral dalam meningkatkan viabilitas kardiomyosit pada kondisi hipoksia/reoksigenasi (H/R), sementara itu Rk3 diketahui menghambat apoptosis yang diinduksi oleh H/R melalui jalur Akt/Nrf2/HO-1, serta memperkuat mekanisme antioksidan seluler.

Hasil analisis yang dilakukan Huang *et al.* (2025) penelitian *in silico* ini mengungkapkan bahwa protein gen ESR1 yang berada di kromosom 6q25.1 mengkode reseptor estrogen tipe alfa, yaitu faktor transkripsi yang diaktifkan oleh estrogen dan berperan dalam regulasi ekspresi gen, khususnya yang terkait dengan proliferasi dan diferensiasi sel. Disfungsi ekspresi ESR1 telah dikaitkan dengan gangguan metabolik seperti resistensi insulin dan intoleransi glukosa, yang merupakan bagian dari patofisiologi diabetes tipe 2, dalam studi ini, ESR1 teridentifikasi sebagai salah satu dari 5 target inti lainnya (STAT3; EP300; NFKB1; HDAC1) berdasarkan analisis jaringan protein dan hasil *molecular docking* menunjukkan bahwa ginsenosides memiliki afinitas tertinggi terhadap ESR1, dengan energi ikatan sebesar $-10,25$ kcal/mol. Interaksi ini diperkuat oleh pembentukan tiga ikatan hidrogen stabil dengan residu ARG 335, GLU 330, dan ASN 40, yang menunjukkan keterikatan langsung dan kuat. Simulasi dinamika molekuler menunjukkan bahwa kompleks ginsenoside dengan protein ESR1 stabil pada sekitar 50 ns, dengan nilai RMSD dan Rg yang konsisten, menandakan interaksi yang kuat dan stabil. Hal ini memperkuat potensi ginsenosides dalam memodulasi fungsi biologis ESR1. Secara fisiologis, ESR1 dan ESR2 terlibat dalam efek hipoglikemik estrogen melalui regulasi GLUT4 (gen SLC2A4), yang penting untuk pengambilan glukosa oleh jaringan perifer. Gangguan pada jalur ESR1 dapat menurunkan sensitivitas insulin dan meningkatkan risiko diabetes. Oleh karena itu, kemampuan ginsenosides untuk berinteraksi langsung dengan ESR1 membuka peluang dalam pemulihan fungsi metabolik melalui perbaikan homeostasis glukosa.

Penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani *et al.* (2024) menunjukkan bahwa ekstrak etanol 70% daun ginseng jawa yang diperoleh melalui metode maserasi dingin mengandung berbagai senyawa aktif seperti fenol, flavonoid, saponin, steroid, dan tanin. Identifikasi fitokimia mengonfirmasi bahwa senyawa-senyawa ini memiliki potensi antibakteri yang kuat terhadap *Shigella dysenteriae*. Masing-masing senyawa berkontribusi melalui mekanisme berbeda, seperti tanin yang menghambat pertumbuhan bakteri dengan merusak struktur protein dan dinding sel, fenol yang menyebabkan kerusakan protein sel melalui ikatan hidrogen, flavonoid yang menembus dinding sel dan menghambat pertumbuhan bakteri, serta

saponin dan steroid yang merusak membran sel dan mengganggu metabolisme bakteri. Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa daya hambat ekstrak meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi, dengan konsentrasi 80% menghasilkan diameter zona hambat sebesar 11,26 mm, yang tergolong kuat, sedangkan konsentrasi terendah (5%) menghasilkan hambat lemah sebesar 4,01 mm. Sebagai perbandingan, kontrol positif berupa Azithromycin menunjukkan zona hambat sebesar 13,06 mm, dan kontrol negatif (Na-CMC 0,5%) tidak menunjukkan zona hambat sama sekali. Hasil ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara konsentrasi ekstrak dan aktivitas antibakteri yang ditimbulkan, dengan demikian daun ginseng jawa memiliki potensi yang menjanjikan sebagai sumber antibakteri alami, khususnya terhadap bakteri penyebab disentri seperti *S. dysenteriae*, dan dapat menjadi alternatif atau pelengkap terapi antibakteri konvensional.

Berdasarkan hasil penelitian oleh M. yang Liu *et al.* (2024) Ginsenoside Rg5 menunjukkan potensi besar sebagai agen terapi anti-osteosarkoma melalui pendekatan farmakologi jaringan dan molecular docking. Uji *docking* menunjukkan bahwa G-Rg5 memiliki energi ikatan paling kuat terhadap protein target PIK3CA (-10,7 kcal/mol), menandakan interaksi yang kuat dan stabil secara termodinamika. PIK3CA menyandi subunit katalitik p110 α dari enzim PI3K, komponen utama dalam jalur PI3K/Akt yang berperan penting dalam proliferasi, resistensi obat, dan penghambatan apoptosis sel kanker, termasuk osteosarcoma, dengan mengikat langsung pada p110 α , G-Rg5 diduga dapat menghambat jalur PI3K/Akt dan menekan aktivitas target-target turunannya, sehingga menghambat pertumbuhan dan meningkatkan apoptosis sel tumor. Selain PIK3CA, G-Rg5 juga menunjukkan afinitas yang tinggi terhadap VEGFA dengan energi ikatan (-8,4 kcal/mol). VEGFA adalah protein yang merangsang pertumbuhan pembuluh darah baru (angiogenesis) melalui migrasi dan invasi sel endotel. Oleh karena itu, ikatan kuat G-Rg5 terhadap VEGFA menunjukkan potensinya dalam menghambat angiogenesis dan penyebaran tumor. Rg5 juga mampu memodulasi aktivitas TP53 yang memiliki nilai penting sebagai agen terapi untuk mendukung mekanisme pertahanan tubuh terhadap tumor. Hasil docking dengan penghambatan jalur SRC/STAT3 terbukti mampu menginduksi apoptosis dan mengurangi resistensi obat. Hasil penurunan ekspresi MAPK1, seperti melalui microRNA-511, terbukti dapat menekan pertumbuhan dan penyebaran osteosarcoma.

Berdasarkan hasil studi L. Liu *et al.* (2024) penelitian ini mengidentifikasi 17 senyawa aktif dari ginseng yang berinteraksi dengan 255 protein target, di mana 44 protein merupakan titik temu antara ginseng dan penyakit diabetes melitus (DM), disfungsi ereksi (ED), serta asthenospermia. Lima senyawa utama yang paling berpengaruh adalah kaempferol, beta-sitosterol, ginsenoside Rh2, stigmasterol, dan fumarine, yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antidiabetik, dan antiapoptosis. Hasil *molecular docking* menunjukkan bahwa TNF dan IL-1 β memiliki afinitas tertinggi terhadap Rh2 (-9,5 dan -7,3 kcal/mol), AKT1 dan PTGS2 terhadap kaempferol (-6,4 dan -9,2 kcal/mol), BCL2 terhadap fumarine (-8,6 kcal/mol), dan JUN terhadap Rh2 (-9,3 kcal/mol). Protein-protein ini terkait erat dengan komplikasi DM: TNF dan IL-1 β sebagai sitokin proinflamasi yang merusak endotel penis dan testis, AKT1 yang bila overaktif meningkatkan stres oksidatif dan apoptosis, PTGS2 yang memicu peradangan kronis, BCL2 sebagai pengatur keseimbangan apoptosis, serta JUN yang berperan dalam kematian sel dan gangguan regenerasi akibat hiperglikemia. Temuan ini mendukung potensi ginseng sebagai agen multikomponen dalam menargetkan

jalur patologis DM dan komplikasinya..

4. KESIMPULAN

Panax ginseng terbukti memiliki potensi terapeutik yang luas sebagai agen multikomponen dan multitarget. Kandungan senyawa bioaktif yang terkandung pada tanaman ginseng mampu berinteraksi dengan berbagai target molekuler dalam tubuh melalui mekanisme yang kompleks. Ginseng menunjukkan berbagai aktivitas antidiabetes, renoprotektif, imunomodulator, antiosteoporosis, antikanker, antiinflamasi, kardioprotektif, serta potensi sebagai inhibitor virus SARS-CoV-2. Uji *in silico* menunjukkan bahwa senyawa-senyawa tersebut memiliki afinitas ikatan yang kuat terhadap berbagai protein target biologis dengan energi pengikatan di bawah -5 kcal/mol. Efektivitas ini juga didukung oleh hasil uji *in vivo* yang menunjukkan perbaikan signifikan pada parameter biokimia dan histopatologi. Pendekatan berbasis bukti ilmiah yang menggabungkan skrining fitokimia, uji biologis, dan simulasi komputasi, ginseng berpotensi besar dikembangkan sebagai fitofarmaka atau suplemen kesehatan untuk pencegahan dan pengobatan berbagai kondisi patologis secara lebih terarah dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Chikhale, R. V., Gurav, S. S., Patil, R. B., Sinha, S. K., Prasad, S. K., Shakya, A., Shrivastava, S. K., Gurav, N. S., & Prasad, R. S. (2021). Sars-cov-2 host entry and replication inhibitors from Indian ginseng: an in-silico approach. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 39(12), 4510–4521. <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1778539>
- Choi, J. H., Jang, M., Nah, S. Y., Oh, S., & Cho, I. H. (2018). Multitarget effects of Korean Red Ginseng in animal model of Parkinson's disease: antiapoptosis, antioxidant, antiinflammation, and maintenance of blood–brain barrier integrity. *Journal of Ginseng Research*, 42(3), 379–388. <https://doi.org/10.1016/j.jgr.2018.01.002>
- Dai, T., Gong, J., & Liu, S. (2023). Prediction of molecular mechanism of processed ginseng in the treatment of heart failure based on network pharmacology and molecular docking technology. *Medicine (United States)*, 102(49), E36576. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000036576>
- Digyo, O. D. K., S. dan Andriyanto. (2024). Aktivitas Imunomodulator Infusa Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum*) pada Mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Veteriner Dan Biomedis*, 2, 1–8. <https://doi.org/10.29244/jvetbiomed.2.1.1-8>
- Fan, W., Jiang, Z. Z., & Wan, S. R. (2023). Based on network pharmacology and molecular docking to explore the molecular mechanism of Ginseng and Astragalus decoction against postmenopausal osteoporosis. *Medicine (United States)*, 102(46), E35887. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035887>
- Han, J., Hou, J., Liu, Y., Liu, P., Zhao, T., & Wang, X. (2022). Using Network Pharmacology to Explore the Mechanism of *Panax notoginseng* in the Treatment of Myocardial Fibrosis. *Journal of Diabetes Research*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8895950>
- Huang, S., Li, F., Xue, D., Shi, X., Fang, X., Li, J., Fu, Y., Zhao, Y., & Jin, D. (2025). Mechanism of Ginsenosides in the Treatment of Diabetes Mellitus Based on Network Pharmacology and Molecular Docking. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(11). <https://doi.org/10.3390/ijms26115300>

- Joy, A. T., Harish, M., & Rishad, K. S. (2023). Anti-Inflammatory Activity of Phytoconstituents of Ginseng Plant- Insilico Approach. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 16(2), 1179–1188. <https://doi.org/10.13005/bpj/2698>
- Li, Z. H., Yu, D., Huang, N. N., Wu, J. K., Du, X. W., & Wang, X. J. (2021). Immunoregulatory mechanism studies of ginseng leaves on lung cancer based on network pharmacology and molecular docking. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97115-8>
- Liu, L., Zhang, Y., Yang, J., Chen, W., Lan, K., Shi, Y., Zhang, X., & Xing, X. (2024). Network pharmacology and molecular docking reveal potential mechanisms of ginseng in the treatment of diabetes mellitus-induced erectile dysfunction and asthenospermia. *Medicine (United States)*, 103(34), e39384. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000039384>
- Liu, M. yang, Jiang, D. xin, Zhao, X., Zhang, L., Zhang, Y., Liu, Z. dong, Liu, R. ze, Li, H. jun, Rong, X. yu, & Gao, Y. zheng. (2024). Exploration in the Mechanism of Ginsenoside Rg5 for the Treatment of Osteosarcoma by Network Pharmacology and Molecular Docking. *Orthopaedic Surgery*, 16(2), 462–470. <https://doi.org/10.1111/os.13971>
- Oktaviani, R., Kartika Sari, P., Farmasi, F., Borneo Lestari, U., & Selatan, K. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Daun Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn) Terhadap Bakteri *Shigella dysenteriae*. *Borneo Journal of Pharmascientech*, 08, 25–33. <https://doi.org/10.51817/bjp.v7i1.502>
- Piao, X., Zhang, H., Kang, J. P., Yang, D. U., Li, Y., Pang, S., Jin, Y., Yang, D. C., & Wang, Y. (2020). Advances in saponin diversity of panax ginseng. In *Molecules* (Vol. 25, Issue 15). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules25153452>
- Ragab, T. I. M., Ali, N. A., El Gendy, A. N. G., Mohamed, S. H., Shalby, A. B., Farrag, A. R. H., & Shalaby, A. S. G. (2021). Renoprotective and therapeutic effects of newly water, ethanol, and butanol ginseng fractions in hypertensive and chronic kidney disease with L-NAME. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111978>
- Ratan, Z. A., Youn, S. H., Kwak, Y. S., Han, C. K., Haidere, M. F., Kim, J. K., Min, H., Jung, Y. J., Hosseinzadeh, H., Hyun, S. H., & Cho, J. Y. (2021). Adaptogenic effects of Panax ginseng on modulation of immune functions. In *Journal of Ginseng Research* (Vol. 45, Issue 1, pp. 32–40). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jgr.2020.09.004>
- Rizqia, D. , S. A. A. , dan F. L. (2023). Uji Efektivitas Ekstrak Akar Ginseng (*Talinum Paniculatum*) pada Mencit (*Mus Musculus*) sebagai Alternatif Penurun Kadar Gula Darah Volume 1 Nomor 1 Desember 2023. <https://doi.org/https://doi.org/10.47575/mb.v1i1.560>
- Tran, M. N., & Lee, S. (2022). The Molecular Mechanisms of Panax ginseng in Treating Type 2 Diabetes Mellitus: Network Pharmacology Analysis and Molecular Docking Validation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3082109>
- Zhang, H., Liu, W., Qi, S. M., Chi, J. F., Gao, Q., Lin, X. H., Ren, S., Wang, Z., Lei, X. J., & Li, W. (2022). Improved effect of fresh ginseng paste (radix ginseng-ziziphus jujube) on hyperuricemia based on network pharmacology and molecular docking. *Frontiers in Pharmacology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.955219>