

UJI TOKSISITAS SENYAWA AKTIF PADA KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris*) SECARA *IN SILICO*

Nur Auliana Firzani¹, Andri Tilaqza², Yeni Amalia^{1,*}

¹Prodi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

²Prodi Farmasi, Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) merupakan tanaman yang kaya akan metabolit sekunder dan digunakan dalam pengobatan tradisional. Kacang merah mengandung senyawa bioaktif seperti lektin, flavonoid, dan asam fenolik yang berpotensi sebagai antioksidan, antidiabetes, anti-inflamasi, antikanker, dan kardioprotektif. Evaluasi keamanan penggunaan kacang merah sebagai obat tradisional diperlukan untuk menghindari efek toksik seperti hepatotoksisitas dan mutagenisitas. Mengingat keterbatasan metode konvensional yang menggunakan hewan laboratorium, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi toksisitas *Phaseolus vulgaris* menggunakan metode komputasi.

Metode: Penelitian dilakukan secara *in silico* terhadap senyawa aktif kacang merah yang diperoleh dari studi literatur dan situs web Dr. Duke's. Prediksi profil toksisitas dilakukan menggunakan situs web pkCSM dengan data SMILES yang diperoleh dari situs web PubChem.

Hasil: Hasil prediksi terhadap 46 senyawa aktif menunjukkan bahwa seluruh senyawa tidak memiliki sifat mutagenik dan tidak bersifat hepatotoksik.

Kesimpulan: Senyawa aktif kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) relatif aman untuk dikembangkan sebagai alternatif pengobatan.

Kata Kunci: Kacang merah; *Phaseolus vulgaris*; Toksisitas; *In Silico*.

*Korespondensi

dr. Yeni Amalia, Sp.A., M.Biomed.

Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

Jl. MT Haryono 193 Malang, Jawa Timur Indonesia 65144

+62-341-57892

yeniamalia@unisma.ac.id

IN SILICO TOXICITY ANALYSIS OF ACTIVE COMPOUNDS IN RED BEAN (*Phaseolus vulgaris*)

Nur Auliana Firzani¹, Andri Tilaqza², Yeni Amalia^{3,*}

^{1,2,3}Faculty of Medicine, University of Islamic Malang

ABSTRACT

Introduction: Red bean (*Phaseolus vulgaris*) is a plant rich in secondary metabolites and is used in traditional medicine. Red beans contain bioactive compounds such as lectins, flavonoids, and phenolic acids that have potential as antioxidants, antidiabetics, anti-inflammatories, anticancer, and cardioprotective. Safety evaluation of the use of red beans as traditional medicine is needed to avoid toxic effects such as hepatotoxicity and mutagenicity. Given the limitations of conventional methods using laboratory animals, this study aims to evaluate the potential toxicity of *Phaseolus vulgaris* using computational methods.

Methods: The study was performed *in silico* on the active compounds of red bean obtained from literature studies and Dr. Duke's website. Toxicity profile prediction was performed using the pkCSM website with SMILES data obtained from the PubChem website.

Results: The prediction results of 46 active compounds showed that all compounds did not have mutagenic properties and were not hepatotoxic.

Conclusion: The active compounds of red bean (*Phaseolus vulgaris*) are predicted to be relatively safe to be developed as an alternative treatment.

Keywords: Red bean; *Phaseolus vulgaris*; Toxicity; *In Silico*.

*Corresponding author

dr. Yeni Amalia, Sp.A., M.Biomed.

Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

Jl. MT Haryono 193 Malang, Jawa Timur Indonesia 65144

+62-341-57892

yeniamalia@unisma.ac.id

PENDAHULUAN

Metabolit sekunder merupakan senyawa bioaktif yang disintesis oleh tumbuhan dan memiliki peran penting dalam pengembangan obat-obatan. Senyawa-senyawa ini seringkali memiliki bioaktivitas yang tersebar luas dan dikenal sebagai fitokimia¹. Salah satu tumbuhan yang kaya akan metabolit sekunder dan telah digunakan secara tradisional dalam pengobatan adalah kacang merah (*Phaseolus vulgaris*). Sebagai tanaman tahunan dari keluarga Fabaceae, kacang merah telah dibudidayakan di daerah beriklim sedang dan semitropis. Sejarah budidayanya dimulai di Peru dan Meksiko sekitar 8000 tahun yang lalu dan kini telah menyebar ke seluruh dunia². Dalam aspek nutrisi dan kesehatan, kacang merah memainkan peran penting dalam pola makan vegetarian dan memberikan berbagai manfaat kesehatan³. Sebagai sumber nutrisi yang hemat biaya, manfaat kesehatan kacang merah diperoleh melalui dua mekanisme. Pertama, secara langsung melalui kandungan nutrisinya yang kaya akan protein, serat makanan, rendah lemak jenuh, vitamin, mineral, dan senyawa fitokimia. Kedua, sebagai alternatif pengganti produk hewani dalam pola makan⁴.

Selain nilai nutrisinya, kacang merah telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi berbagai kondisi kesehatan. Secara khusus, tumbuhan ini digunakan untuk mengobati gangguan peradangan, infeksi, serta penyakit yang berkaitan dengan saluran pencernaan⁵. Hal ini tidak mengherankan mengingat *Phaseolus vulgaris* memiliki kandungan senyawa bioaktif yang beragam, termasuk lektin, flavonoid, dan asam fenolik, yang memiliki potensi pengobatan yang tinggi⁶. Melalui penelitian modern, efek farmakologis dari senyawa-senyawa ini yang awalnya dikenal melalui pengobatan herbal, kini mulai terungkap secara ilmiah. Berbagai penelitian telah menunjukkan aktivitas antioksidan, antidiabetes, anti-inflamasi, antikanker, dan kardioprotektif dari kacang merah^{7,8}.

Meskipun memiliki berbagai potensi pengobatan, keamanan penggunaan kacang merah sebagai obat tradisional perlu diteliti secara mendalam untuk menghindari efek toksik yang tidak diinginkan. Beberapa efek toksisitas yang perlu diwaspadai meliputi hepatotoksitas manusia (H-HT), cedera hepar yang diinduksi obat (DILI), dan mutagenisitas. Hepatotoksitas, yang didefinisikan sebagai cedera pada hepar, dan DILI yang merupakan respons akut atau kronis terhadap senyawa alami

atau manufaktur, keduanya dapat menyebabkan gangguan fungsi hepar^{9,10}. Sementara itu, mutagenisitas mengacu pada kemampuan suatu zat untuk menginduksi mutasi genetik¹¹.

Dalam konteks pengujian toksisitas, metode konvensional yang mengandalkan uji coba pada hewan laboratorium memiliki berbagai keterbatasan. Untuk mendapatkan hasil toksikologi yang komprehensif dari satu bahan kimia diperlukan pengorbanan ribuan hewan, serta biaya dan waktu yang sangat besar¹². Mengingat tantangan ini dan pentingnya menjamin keamanan penggunaan kacang merah sebagai alternatif pengobatan, penelitian ini dilakukan sebagai studi awal untuk mengevaluasi potensi efek toksisitas dari *Phaseolus vulgaris* menggunakan metode komputasi.

METODE PENELITIAN

Desain, Waktu, dan Tempat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan metode komputasi (*in silico*) untuk memprediksi profil toksisitas. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang pada bulan September hingga November 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop dengan spesifikasi prosesor 11th Gen Intel Core i5-1135G7 dan RAM 16 GB. Penelitian ini memanfaatkan tiga situs web, yaitu Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases (<https://phytochem.nal.usda.gov/>), PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>), dan situs web pkCSM (<https://biosig.lab.uq.edu.au/pkcsm/prediction>).

Bahan penelitian yang digunakan adalah senyawa aktif kacang merah yang diperoleh melalui studi literatur dari jurnal dan situs web Dr. Duke's, serta SMILES senyawa aktif yang diunduh melalui situs web PubChem.

Penentuan Senyawa Aktif

Penentuan senyawa aktif dilakukan dengan mengidentifikasi kandungan kacang merah melalui situs web Dr. Duke's yang menghasilkan 105 senyawa aktif. Selanjutnya dilakukan pemilihan senyawa aktif sekunder sehingga diperoleh 21 senyawa. Studi literatur jurnal memberikan tambahan 25 senyawa, sehingga total senyawa aktif yang dianalisis berjumlah 46 senyawa.

Prediksi Profil Toksisitas Senyawa Aktif

Prediksi profil toksisitas dilakukan terhadap 46 senyawa aktif menggunakan situs web

pkCSM. Proses prediksi diawali dengan memasukkan kode SMILES masing-masing senyawa yang diperoleh dari situs web PubChem, kemudian dilakukan pemilihan parameter "*Toxicity*" untuk menganalisis profil toksisitas senyawa tersebut.

HASIL PENELITIAN

Penentuan Senyawa Aktif

Seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1**, senyawa aktif kacang merah yang diperoleh dari jurnal dan situs web Dr. Duke's adalah 46 senyawa aktif.

Tabel 1 Senyawa Aktif Kacang Merah

Nama Senyawa	Keterangan
Anthocyanins	Anthocyanin
Pelargonidin 3-O-glucoside	
Pelargonidin-3,5-diglucoside	
Petunidin-3,5-diglucoside	
Petunidin-3-glucoside	
Malvidin-3,5-diglucoside	
Malvidin-3-glucoside	
Cyanidin-3,5-diglucoside	
Cyanidin-3-glucoside	
Delphinidin-3-o-beta-glucoside	
Proanthocyanidins	Proanthocyanidins
Abscisic-acid	Asam fenolik
p-Hydroxybenzoic acid	
Sinapic acid	
Syringic acid	
Lignin	
Luteolin	Flavon
Luteolin-7-O-glucoside	
Orientin	Flavonoid
Rutin	
Hyperoside	

Isorhamnetin-3-O-glucoside	Flavonol
(+)-Catechin	
Kaempferol	
Kaempferol 3-O-(6"-O-malonyl) glucoside	
Quercetin	
Quercetin 3-O-(6"-O-malonyl) glucoside	
Myricetin	
Isoquercetin	
Myricetin 3-O-arabinoside	
Myricetin-3-rhamnoside	
Vanillic acid	Hydroxybenzoic acid
p-Coumaric acid	Hydroxycinnamic acid
O-coumaric acid	
Caffeic acid	
Ferulic acid	
Daidzein	Isoflavon
Genistein	
Beta-sitosterol	Sterol
Campesterol	
Estradiol-17-beta	
Phytosterols	
Stigmasterol	
24-alpha-methylphenol	
Obtusifoliol	
Propane-1-thiol	Thiol

Keterangan: Data hasil penentuan senyawa aktif kacang merah dari jurnal dan situs web Dr. Duke's.

Prediksi Profil Toksisitas Senyawa Aktif

Prediksi profil toksisitas yang dilakukan pada 46 senyawa aktif kacang merah ditunjukkan pada **Tabel 2**. Pada tabel tersebut diketahui bahwa seluruh senyawa aktif pada kacang merah tidak mutagenik yang ditunjukkan oleh parameter AMES dan tidak hepatotoksik.

Tabel 2 Prediksi Profil Toksisitas Senyawa Aktif Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*)

No	Nama Senyawa	AMES	Hepatotoksitas
1.	(+)-Catechin	Tidak	Tidak
2.	24-alpha-methylphenol	Tidak	Tidak
3.	Abscisic-acid	Tidak	Tidak
4.	Anthocyanins	Tidak	Tidak
5.	Beta-sitosterol	Tidak	Tidak
6.	Caffeic acid	Tidak	Tidak
7.	Campesterol	Tidak	Tidak
8.	Cyanidin-3,5-diglucoside	Tidak	Tidak
9.	Cyanidin-3-glucoside	Tidak	Tidak
10.	Daidzein	Tidak	Tidak
11.	Delphinidin-3-o-beta-glucoside	Tidak	Tidak
12.	Estradiol-17-beta	Tidak	Tidak
13.	Ferulic acid	Tidak	Tidak
14.	Genistein	Tidak	Tidak
15.	Hydroxycinnamic acid	Tidak	Tidak
16.	Hyperoside	Tidak	Tidak
17.	Isoquercetin	Tidak	Tidak
18.	Isorhamnetin-3-O-glucoside	Tidak	Tidak
19.	Kaempferol	Tidak	Tidak

20.	Kaempferol 3-O-(6"-O-malonyl) glucoside	Tidak	Tidak
21.	Lignin	Tidak	Tidak
22.	Luteolin	Tidak	Tidak
23.	Luteolin-7-O-glucoside	Tidak	Tidak
24.	Malvidin-3,5-diglucoside	Tidak	Tidak
25.	Malvidin-3-glucoside	Tidak	Tidak
26.	Myricetin	Tidak	Tidak
27.	Myricetin 3-O-arabinoside	Tidak	Tidak
28.	Myricetin-3-rhamnoside	Tidak	Tidak
29.	Obtusifoliol	Tidak	Tidak
30.	O-coumaric acid	Tidak	Tidak
31.	Orientin	Tidak	Tidak
32.	Pelargonidin 3-O-glucoside	Tidak	Tidak
33.	Pelargonidin-3,5-diglucoside	Tidak	Tidak
34.	Petunidin-3,5-diglucoside	Tidak	Tidak
35.	Petunidin-3-glucoside	Tidak	Tidak
36.	p-Hydroxybenzoic acid	Tidak	Tidak
37.	Phytosterols	Tidak	Tidak
38.	Proanthocyanidins	Tidak	Tidak
39.	Propane-1-thiol	Tidak	Tidak
40.	Quercetin	Tidak	Tidak
41.	Quercetin 3-O-(6"-O-malonyl) glucoside	Tidak	Tidak
42.	Rutin	Tidak	Tidak
43.	Sinapic acid	Tidak	Tidak
44.	Stigmasterol	Tidak	Tidak
45.	Syringic acid	Tidak	Tidak
46.	Vanillic acid	Tidak	Tidak

Keterangan: Data hasil prediksi profil toksisitas 46 senyawa aktif kacang merah. Prediksi toksisitas melalui situs web pkCSM.

PEMBAHASAN

Interaksi karakteristik farmakokinetik, toksisitas, dan potensi merupakan faktor penting yang secara signifikan mempengaruhi kemanjuran suatu obat¹³. Berdasarkan hasil prediksi profil toksisitas, parameter AMES digunakan untuk memprediksi potensi mutagenisitas suatu senyawa, sedangkan hepatotoksitas digunakan untuk mengevaluasi potensi senyawa dalam menginduksi kerusakan hepar^{14,15}. Hasil prediksi pada **Tabel 2** menunjukkan bahwa seluruh senyawa aktif yang terkandung dalam *Phaseolus vulgaris* tidak memiliki sifat mutagenik dan tidak bersifat toksik terhadap hepar. Hasil negatif pada parameter AMES mengindikasikan bahwa senyawa-senyawa tersebut tidak berpotensi menyebabkan mutasi genetik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ullah *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa senyawa flavonoid dan polifenol yang berasal dari kacang-kacangan umumnya aman untuk dikonsumsi dan tidak menunjukkan efek mutagenik berdasarkan hasil uji toksisitas¹⁶. Adapun hasil negatif pada parameter hepatotoksitas menunjukkan bahwa senyawa-senyawa tersebut tidak memiliki potensi untuk menginduksi kerusakan pada organ hepar. Beberapa penelitian justru menunjukkan hasil yang berlawanan, dimana senyawa polifenol dilaporkan memiliki aktivitas hepatoprotektif¹⁷.

Penelitian ini menganalisis berbagai kelompok senyawa bioaktif yang terdapat dalam kacang merah, meliputi flavonoid (antosianin, katekin, quercetin, dan kaempferol), asam fenolik (asam kafeat, asam ferulat, asam vanilat), fitosterol (beta-sitosterol, kampesterol, stigmasterol), proanthocyanidin, dan isoflavon (daidzein, genistein). Keberagaman senyawa yang diuji memberikan gambaran komprehensif mengenai profil keamanan kacang merah sebagai bahan pangan. Singh *et al.* (2017) dalam kajian sistematisnya terhadap keamanan senyawa bioaktif dari kelompok legum mengonfirmasi bahwa komponen bioaktif pada kacang-kacangan aman dikonsumsi pada dosis harian 100-300 mg/kg berat badan dan memberikan berbagai manfaat kesehatan¹⁸.

Profil keamanan ini didukung oleh berbagai penelitian yang mendemonstrasikan efek menguntungkan dari senyawa-senyawa tersebut. García-Lafuente *et al.* (2009) dan Kumar & Pandey (2013) melaporkan potensi flavonoid sebagai agen anti-inflamasi dengan implikasi positif pada pencegahan kanker dan penyakit kardiovaskular^{19,20}. Yang *et al.* (2018) mengonfirmasi peran senyawa polifenol dalam pencegahan kanker melalui mekanisme induksi apoptosis dan penghambatan proliferasi sel kanker²¹. Chávez-Santoscoy *et al.* (2014) juga menemukan bahwa flavonoid dan saponin dari kacang-kacangan dapat memodulasi

metabolisme lipid dan sekresi kolesterol empedu²². Studi yang dilakukan oleh Ganesan *et al* (2017) juga melaporkan bahwa polifenol, termasuk antosianin dan flavonoid dari kacang-kacangan, memiliki efek hepatoprotektif melalui mekanisme antioksidan².

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan profil keamanan yang menjanjikan, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkonfirmasi keamanan jangka panjang dan potensi interaksi antar senyawa. Evaluasi toksisitas yang dilakukan baru mencakup dua parameter, sehingga diperlukan pengujian parameter toksisitas lainnya untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap. Namun demikian, temuan ini memberikan landasan ilmiah yang kuat untuk pengembangan kacang merah sebagai bahan pangan fungsional yang aman untuk dikonsumsi.

KESIMPULAN

Hasil prediksi toksisitas terhadap senyawa aktif yang terkandung dalam kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) mengindikasikan bahwa senyawa-senyawa tersebut tidak bersifat mutagenik dan tidak memiliki efek toksik terhadap organ hepar, sehingga berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat obat yang aman.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang masih berbasis prediksi komputasi ini, diperlukan studi lanjutan berupa pengujian toksisitas secara *in vitro* dan *in vivo*, evaluasi parameter toksisitas lainnya, penelitian interaksi antar senyawa dan efek jangka panjang, serta studi bioavailabilitas dan farmakokinetik untuk mengoptimalkan potensi pengembangannya sebagai kandidat obat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang dan Ikatan Orangtua Mahasiswa (IOM) yang telah memberikan pendanaan pada penelitian ini dan kepada Bapak Rio Risandiansyah, S.Ked., MP., PhD yang telah menjadi *reviewer* dalam penyusunan dan penulisan jurnal ini.

REFERENSI

1. Sharma A, Kaur M, Katnoria JK, Nagpal AK. Polyphenols in Food: Cancer Prevention and Apoptosis Induction. *Curr Med Chem* [Internet]. 2018 Dec 3;25(36):4740–57. Available from: <https://www.eurekaselect.com/156251/article>
2. Ganesan K, Xu B. Polyphenol-Rich Dry Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and Their Health Benefits. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2017 Nov 4;18(11):2331. Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/18/11/2331>
3. Haddad EH, Tanzman JS. What do vegetarians in the United States eat? *American Journal Clinical Nutrition*. 2003;78(6):26–32.
4. Messina V. Nutritional and health benefits of dried beans. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2014 Jul 1;100(SUPPL. 1):437S–442S. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002916523048931>
5. Cucu AA, Baci GM, Cucu AB, Dezső S, Lujerdea C, Hegedűs IC, *et al*. Calluna vulgaris as a Valuable Source of Bioactive Compounds: Exploring Its Phytochemical Profile, Biological Activities and Apitherapeutic Potential. *Plants* [Internet]. 2022 Jul 30;11(15):1993. Available from: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/15/1993>
6. Martín-Cabrejas MA. Legumes: Nutritional Quality, Processing and Potential Health Benefits [Internet]. Martín-Cabrejas MÁ, editor. Cambridge: Royal Society of Chemistry; 2019. (Food Chemistry, Function and Analysis). Available from: <https://books.rsc.org/books/monograph/749/>
7. Atanasov AG, Waltenberger B, Pferschy-Wenzig EM, Linder T, Wawrosch C, Uhrin P, *et al*. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. *Biotechnol Adv* [Internet]. 2015 Dec;33(8):1582–614. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0734975015300276>
8. Süntar I. Importance of ethnopharmacological studies in drug discovery: role of medicinal plants. *Phytochemistry Reviews* [Internet]. 2020 Oct 8;19(5):1199–209. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11101-019-09629-9>

9. Francis P, Navarro VJ. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2022 [cited 2025 Apr 24]. Drug-Induced Hepatotoxicity. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557535/>
10. Kuna L, Bozic I, Kizivat T, Bojanic K, Mrso M, Kralj E, *et al.* Models of Drug Induced Liver Injury (DILI) – Current Issues and Future Perspectives. *Curr Drug Metab* [Internet]. 2018 Sep 14;19(10):830–8. Available from: <http://www.eurekaselect.com/162371/article>
11. Hsu KH, Su BH, Tu YS, Lin OA, Tseng YJ. Mutagenicity in a Molecule: Identification of Core Structural Features of Mutagenicity Using a Scaffold Analysis. Lau ATY, editor. *PLoS One* [Internet]. 2016 Feb 10;11(2):e0148900. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0148900>
12. Rim KT. In silico prediction of toxicity and its applications for chemicals at work. *Toxicol Environ Health Sci* [Internet]. 2020 Sep 14;12(3):191–202. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s13530-020-00056-4>
13. Pires DE V., Kaminskas LM, Ascher DB. Prediction and Optimization of Pharmacokinetic and Toxicity Properties of the Ligand. In: *Methods in Molecular Biology* [Internet]. Humana Press Inc.; 2018. p. 271–84. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4939-7756-7_14
14. Izatunnafis, Murti YB, Sudarmanto BSA. In silico Pharmacokinetic and Toxicity Prediction of Compounds from *Andrographis paniculata* (Burm.F.) Nees. *JFood PharmSci* [Internet]. 2023;11(2):830–8. Available from: www.journal.ugm.ac.id/v3/JFPA
15. Suherman AWU, Hernawati D, Putra RR. Analisis In Silico: Aktivitas Senyawa Antibakteri dalam Zingiber aromaticum terhadap Salmonella typhi. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi* [Internet]. 2023 Jun 30;11(1):620. Available from: <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist/article/view/7636>
16. Ullah A, Munir S, Badshah SL, Khan N, Ghani L, Poulson BG, *et al.* Important Flavonoids and Their Role as a Therapeutic Agent. *Molecules* [Internet]. 2020 Nov 11;25(22):5243. Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/22/5243>
17. Zhu F, Du B, Xu B. Anti-inflammatory effects of phytochemicals from fruits, vegetables, and food legumes: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2018 May 24;58(8):1260–70. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2016.1251390>
18. Singh B, Singh JP, Shevkani K, Singh N, Kaur A. Bioactive constituents in pulses and their health benefits. *J Food Sci Technol* [Internet]. 2017 Mar 21;54(4):858–70. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s13197-016-2391-9>
19. García-Lafuente A, Guillamón E, Villares A, Rostagno MA, Martínez JA. Flavonoids as anti-inflammatory agents: implications in cancer and cardiovascular disease. *Inflammation Research* [Internet]. 2009 Sep 21;58(9):537–52. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00011-009-0037-3>
20. Kumar S, Pandey AK. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. Lu KP, Sastre J, editors. *The Scientific World Journal* [Internet]. 2013 Jan 29;2013(1). Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2013/162750>
21. Yang CS, Wang H, Sheridan ZP. Studies on prevention of obesity, metabolic syndrome, diabetes, cardiovascular diseases and cancer by tea. *J Food Drug Anal* [Internet]. 2018 Jan 1;26(1):1–13. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949817301989>
22. Chavez-Santoscoy RA, Gutierrez-Urbe JA, Granados O, Torre-Villalvazo I, Serna-Saldivar SO, Torres N, *et al.* Flavonoids and saponins extracted from black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed coats modulate lipid metabolism and biliary cholesterol secretion in C57BL/6 mice. *British Journal of Nutrition* [Internet]. 2014 Sep 28;112(6):886–99. Available from: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114514001536/type/journal_article