

EFEK SUPLEMENTASI KURKUMIN TERHADAP RESPON IMUN TUBUH: TINJAUAN LITERATUR

Benita Gabriella, Khodijah Febriyanti

Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga
Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Mulyorejo, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur

Email: benitagabriella-2021@fkm.unair.ac.id

ABSTRACT

Background: Curcumin is a phytochemical compound commonly found in turmeric, a widely available spice in Indonesia. It plays an important role in enhancing immune response by reducing inflammation and oxidative stress, which can impair the growth and function of the immune system. Curcumin also increases lysozyme and immunoglobulin activity to combat infections, enhances antioxidant activity, decreases pro-inflammatory cytokine levels, and increases anti-inflammatory cytokine levels. In addition, curcumin modulates the immune system by promoting the proliferation of B and T cells for adaptive immunity, increasing the population of CD4+ and CD8+ cells to fight infection, and stimulating the secretion of IL-10, an anti-inflammatory cytokine. However, curcumin should be administered in appropriate doses, as excessive intake may lead to pro-inflammatory effects.

Keywords: curcumin, curcumin supplementation, immunity, immunomodulatory

ABSTRAK

Latar Belakang: Kurkumin merupakan senyawa fitokimia yang secara umum terdapat pada tanaman kunyit, salah satu rempah-rempah Indonesia yang mudah ditemukan.

Article history

Received: Juni 2025

Reviewed: Juni 2025

Published: Juni 2025

Plagiarism checker no 234

Doi : prefix doi :
10.8734/Nutricia.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Kurkumin memiliki berbagai manfaat imunologis, seperti menurunkan peradangan dan stres oksidatif yang dapat menghambat pertumbuhan dan fungsi sistem kekebalan tubuh. Selain itu, kurkumin meningkatkan aktivitas lisozim dan imunoglobulin untuk melawan infeksi, meningkatkan aktivitas antioksidan, menurunkan kadar sitokin proinflamasi, serta meningkatkan kadar sitokin antiinflamasi. Kurkumin juga berperan dalam modulasi sistem imun dengan cara meningkatkan proliferasi sel B dan T untuk kekebalan adaptif, serta meningkatkan jumlah sel CD4+ dan CD8+ dalam melawan infeksi. Selain itu, kurkumin meningkatkan sekresi IL-10, yaitu sitokin yang bersifat antiinflamasi. Meskipun demikian, dosis kurkumin harus diperhatikan karena penggunaan dalam dosis tinggi dapat menimbulkan efek proinflamasi.

Kata kunci: kurkumin, suplementasi kurkumin, sistem imun, imunomodulator

PENDAHULUAN

Tubuh manusia memiliki berbagai sistem di dalamnya, termasuk mekanisme pertahanan untuk menghadapi dan melawan virus dan bakteri. Sistem inilah yang dinamakan sistem imun tubuh atau sistem kekebalan tubuh (Hidayat, S., & Syahputa, A., A., 2020). Sistem imun mencakup semua struktur dan proses yang melindungi tubuh dari patogen. Meskipun sistem kekebalan tubuh manusia tampak kurang penting dibandingkan organ vital lainnya, secara keseluruhan, kekebalan tubuh membutuhkan sumber daya yang sangat besar (Nicholson, L. B., 2016). Sistem ini dapat dibagi menjadi sistem imun bawaan (*innate*) yang bersifat nonspesifik dan sistem imun adaptif yang bersifat spesifik. Imunitas bawaan menghadirkan respon cepat stereotip jauh sebelum perkembangan respon spesifik antigen yang disediakan imunitas adaptif (Boroumand, N., *et al.*, 2018). Daya tahan tubuh non-spesifik merupakan kemampuan tubuh untuk melawan berbagai jenis bibit penyakit tanpa membedakan jenisnya, sedangkan daya tahan tubuh spesifik merupakan kemampuan tubuh

yang dikhususkan untuk jenis bibit penyakit tertentu. Perannya dalam mengenali bibit penyakit kemudian memproduksi antibodi atau T-limfosit khusus yang hanya bereaksi terhadap bibit penyakit tersebut. Daya tahan tubuh non-spesifik mencakup mekanisme protektif fisik dan kimiawi, sistem komplemen, interferon, fagositosis, demam, dan inflamasi/peradangan. Sementara itu, daya tahan tubuh spesifik melibatkan reaksi antara antigen dan antibodi dalam tubuh, dan imunitas seluler yang melibatkan reaksi sel-sel, seperti T-limfosit dengan antigen tubuh.

Respon imun dimulai dengan "fase eliminasi" dimana sejumlah besar sel yang mengalami inflamasi dibunuh oleh respon imun (Roychoudhuri, R., *et al.*, 2015). Fase selanjutnya merupakan "fase keseimbangan", dimana tekanan sistem kekebalan memaksa pemilihan varian, yang mengarah ke "fase lolos". Sel yang mengalami peradangan dapat menghindari sistem kekebalan dan tumbuh tidak terkendali. Sel limfosit T memiliki peran yang penting pada proses ini, dimana lebih dari 10% dari semua jenis sel imun yang menyusup ke peradangan sel kronis merupakan sel T (Shafabakhsh, R., *et al.*, 2019). Sel T bersifat immunosupresif terbukti berkorelasi dengan prognosis yang buruk pada beberapa jenis kanker dengan menghasilkan beberapa jenis sitokin penekan, termasuk IL-10 dan TGF- β , dan memodulasi respon imun (Wang, D., 2018). Banyak penelitian yang membuktikan bahwa sel imun ini dapat berkontribusi pada lolosnya sel yang meradang dari sistem kekebalan tubuh (Borst, J., *et al.*, 2018)

Dalam hal ini, spesies tanaman diteliti untuk menemukan sumber daya baru dari fitokimia yang bermanfaat dan mengatasi tantangan kesehatan yang memerlukan peningkatan sistem kekebalan tubuh. Salah satu fitokimia yang paling banyak dipelajari adalah kurkumin yang berasal dari akar *Curcuma Longa L.* yang sering disebut kunyit (Panda, A. K., *et al.*, 2017). Kurkumin, juga dikenal sebagai diferuloylmethane, adalah molekul simetris dengan nama *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) untuk kurkumin adalah (1E, 6E)-1,7-bis(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,6-heptadiene-3,5-dione. Beberapa literatur mengungkapkan bahwa setelah induksi proliferasi pada sel T oleh beberapa senyawa, pengobatan kurkumin dapat mengurangi proliferasi (Boroumand, N., *et al.*, 2018). Namun, penelitian lainnya memberikan data bahwa dapat terjadi peningkatan maupun penurunan proliferasi sel pada konsentrasi kurkumin tertentu. Beberapa penelitian juga membuktikan bahwa kurkumin dapat mempengaruhi sel T dalam berbagai cara, seperti mengurangi respon inflamasi, meningkatkan kekebalan anti-inflamasi, menginduksi apoptosis, dan beberapa cara lainnya (Wang, S., *et al.*, 2016). Dari berbagai uraian di atas, dapat dilihat bahwa kurkumin memiliki potensi untuk meningkatkan dan mempertahankan sistem imun/ kekebalan tubuh

pada makhluk hidup. Tinjauan literatur ini bertujuan untuk meninjau literatur relevan untuk merangkum efek suplementasi kurkumin terhadap sistem imun pada subyek manusia dan hewan coba berdasarkan bukti penelitian.

METODE

Penelitian ini mengkaji pengaruh kurkumin terhadap sistem imun tubuh melalui beberapa penelitian serupa sehingga diperoleh data dan kesimpulan. Data primer dikumpulkan dari berbagai penelitian serupa yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir (2014-2024) melalui Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah "curcumin", "curcumin supplementation", "immunity", serta "immunomodulatory".

Penelitian yang dipilih memenuhi kriteria inklusi yang menunjukkan efek kurkumin terhadap sistem imun, yang meliputi:

(1) penelitian berupa studi desain eksperimental, (2) penelitian dilakukan pada subyek manusia dan hewan coba, (3) artikel penelitian berbahasa inggris dengan akses full text, (4) menyediakan data terkait *biomarker inflammatory* atau biomarker imunitas lainnya sebelum dan sesudah intervensi dan (5) bukan merupakan skripsi, tesis, atau disertasi yang tidak dipublikasikan dalam jurnal ilmiah. Penelitian berupa *literature review*, *systematic review*, *meta-analysis*, serta *cross-sectional* dieksklusikan dari analisis ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah meninjau dan menyeleksi berbagai artikel yang tersedia di Google Scholar, ditemukan 5 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang dibutuhkan. Artikel artikel yang digunakan melakukan asesmen dan evaluasi terhadap efek dari suplementasi kurkumin terhadap sistem imun pada berbagai kelompok sampel. Rincian artikel yang digunakan di dalam tinjauan literatur ini disajikan dalam Tabel 1. Berdasarkan informasi yang tercantum di Tabel 1, disimpulkan bahwa semua penelitian yang dipilih tergolong dalam penelitian eksperimental yang sebagian besar menggunakan desain penelitian ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*). Variasi dosis kurkumin dan pengaturan ontrol bervariasi antara penelitian tersebut.

Tabel 1. Daftar Artikel Penelitian yang meneliti tentang potensi kurkumin terhadap sistem imun pada subyek penelitian hewan coba

Desain Penelitian	Metode	Dosis	Durasi	Hasil	Referensi
<i>Experimental Study</i>	Partisipan dibagi menjadi 5 perlakuan, yaitu : 1) kurkumin 250 mg/kgBB, 2) kurkumin 500 mg/kgBB, 3) aspirin, 4) aspirin & vitamin C, 5) tidak diberi perlakuan	250 mg/kg dan 500 mg/kg	9 minggu	Hanya pada kelompok yang diberi kurkumin 250 mg/kg, SAA menurun secara signifikan pada minggu ke-2 dan 3. Pada minggu terakhir, penurunan sangat signifikan pada tingkat SAA juga ditemukan pada kelompok yang diobati dengan 250 mg/kg dibandingkan kelompok lain. Ayam yang diberi makan kunyit 250 mg/kg menunjukkan penurunan SAA serum dibandingkan dengan pengobatan lainnya.	Khodadadi, M., <i>et al.</i> , 2021.
<i>In vivo experiment</i>	Partisipan dikelompokkan menjadi dua subkelompok, dengan diberi perlakuan berupa suplementasi kurkumin dengan dosis berbeda-beda	0 mg/kg, 50 mg/kg, 100 mg/kg, 150 mg/kg, 200 mg/kg	12 minggu	Kandungan GSH meningkat secara kuadratik ($p < 0,001$) dengan kelompok CUR50, CUR100, DAN CUR150. Peningkatan maksimum aktivitas CAT terdeteksi dengan CUR50, diikuti oleh	Mahmoud, H. K., <i>et al.</i> , 2017.

Desain Penelitian	Metode	Dosis	Durasi	Hasil	Referensi
				CUR100 dan CUR150. Hasil parameter imunologi bawaan dan adaptif mengenai aktivitas lisozim, kelompok CUR50 dan CUR100 mengalami peningkatan. Tingkat IgG dan IgM secara kuadratik lebih tinggi hanya di kelompok CUR50.	
<i>Experimental Study</i>	Partisipan dibagi menjadi 6 perlakuan, dengan masing-masing diberikan kadar nano-kurkumin yang berbeda.	0 g/kg, 0,1 g/kg, 0,2 g/kg, 0,3 g/kg, 0,4 g/kg, 0,5 g/kg	-	Burung puyuh yang diberi suplementasi nano-kurkumin (0,2 g/kg) menunjukkan aktivitas SOD dan GSH tertinggi, namun konsentrasi MDA menurun seiring pertambahan tingkat nano-kurkumin meningkat. Konsentrasi IgG dan IgM meningkat dengan suplementasi nano-kurkumin.	Reda, F. M., et al., 2020.

Desain Penelitian	Metode	Dosis	Durasi	Hasil	Referensi
<i>Experimental Study</i>	Partisipan dibagi menjadi 5 perlakuan, dengan masing-masing diberikan kadar kurkumin yang berbeda	0 mg/kg, 200 mg/kg, 400 mg/kg, 600 mg/kg, 800 mg/kg	2 bulan	Aktivitas lisozim dan ACP, serta kandungan C3 dan C4 dalam serum ikan karper rumput meningkat seiring dengan peningkatan kadar kurkumin dalam pakan, kemudian secara bertahap menurun dengan peningkatan lebih lanjut dalam kandungan kurkumin. Namun, kedua aktivitas ALT dan AST dalam serum menurun ke tingkat terendah pada ikan yang diberi dosis 400 dan 600 mg/kg kurkumin	Ming, J., et al., 2020.
<i>Experimental study</i>	Partisipan dibagi menjadi 5 perlakuan, yaitu : 1) kontrol suhu normal tanpa suplementasi, 2) kontrol suhu tinggi tanpa suplementasi, 3)	HT100 mg/kg, HT200 mg/kg, HT300 mg/kg	-	Respon sitokin inflamasi serum (IL-1 β , IL-6, dan TNF- α) meningkat pada kelompok suhu tinggi selama 9 minggu eksperimen dibandingkan dengan kelompok suhu normal. Ayam petelur yang diberi tambahan	Nawab, A., et al., 2019.

Desain Penelitian	Metode	Dosis	Durasi	Hasil	Referensi
	suplementasi kurkumin dengan suhu tinggi (HT100), 4) suplementasi kurkumin dengan suhu tinggi (HT200), 5) suplementasi kurkumin dengan suhu tinggi (HT300)			kurkumin HT100 dan HT200 menunjukkan penurunan yang signifikan ($p < 0,05$) dalam respon sitokin proinflamasi dibandingkan tanpa suplementasi kurkumin, baik pada suhu normal maupun tinggi. HT100 dan HT200 cocok untuk mengurangi respon sitokin inflamasi. Akan tetapi, suplementasi kurkumin dosis HT300 tidak memberikan hasil yang signifikan dan meningkatkan pembentukan ROS yang merusak jaringan hati dan meningkatkan respon sitokin inflamasi.	

Dari 5 artikel yang digunakan dalam tinjauan pustaka ini, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, pemberian kurkumin memiliki efek meningkatkan sistem imun tubuh manusia dengan batas dosis tertentu. Pada artikel pertama, SAA dijadikan penanda peradangan dan indikator respon fase akut yang kemudian dapat mengalami penurunan ketika diberi suplementasi 250 mg/kg kurkumin. Hal ini menunjukkan bahwa kurkumin dapat mengurangi efek negatif stres dan peradangan pada kinerja pertumbuhan, dengan perannya

yang memberikan efek stimulasi pada proliferasi sel mononuklear darah selaku imunomodulator. Pada artikel kedua, kelompok CUR50 dan CUR100 menunjukkan peningkatan signifikan dalam aktivitas lisozim plasma dan peningkatan konsentrasi imunoglobulin yang merangsang respon kekebalan bawaan dan humoral baik pada ikan nila. Pada artikel ketiga, ditunjukkan bahwa kelompok yang diberi nano-kurkumin menunjukkan aktivitas SOD dan GSH yang tinggi. Penambahan kurkumin dalam diet menurunkan konsentrasi malondialdehid dan meningkatkan aktivitas CAT, T-AOC, SOD, dan GSH-Px sehingga dapat meredakan dampak negatif dari kondisi lingkungan yang menekan. Pada artikel keempat, ditunjukkan bahwa kurkumin dapat menurunkan tingkat mRNA sitokin proinflamasi dan meningkatkan tingkat mRNA sitokin antiinflamasi/ Pada artikel kelima, diperoleh hasil bahwa kelompok HT100 dan HT200 memiliki respon sitokin peradangan yang lebih rendah, dimana HT100 dan HT200 merupakan kelompok suplementasi yang paling cocok untuk mengurangi respon sitokin peradangan. Artikel kelima juga menjelaskan bahwa konsentrasi kurkumin yang terlalu tinggi akan bertindak sebagai pro-oksidan dan meningkatkan pembentukan ROS yang merusak jaringan dan meningkatkan sitokin inflamasi (Nabavi, S. F., *et al.*, 2014).

Beberapa penelitian di atas sejalan dengan beberapa penelitian yang ada sebelumnya. Respon imun tubuh dapat dibagi menjadi 2 kategori: kekebalan bawaan dan adaptif. Kekebalan bawaan menyajikan respons cepat dan stereotip yang jauh sebelum evolusi respons spesifik antigen yang diberikan oleh kekebalan adaptif. Kurkumin memiliki berbagai aktivitas farmakologis, termasuk antioksidan dan pro-oksidan, antiinflamasi, antimikroba, serta aktivitas kemopreventif, dan kemoterapeutik (Panahi, Y., *et al.*, 2016). Sifat imunomodulator kurkumin diketahui berasal dari interaksinya dengan berbagai mediator kekebalan, termasuk limfosit B, limfosit T, makrofag dan sel dendritik, sitokin, dan berbagai faktor transkripsi (Rezaee, R., *et al.*, 2017). Studi telah menunjukkan bahwa kurkumin memiliki efek penekan pada proliferasi sel limfoma B. Stimulator limfosit B (BLYS) merupakan sitokin penting untuk proliferasi sel B dan sekresi autoantibodi dalam penyakit autoimun.

Selain itu, peningkatan proliferasi sel yang diinduksi Con A pada konsentrasi kurkumin yang lebih sedikit, sementara proliferasi menurun kurkumin ditingkatkan (Boroumand, N., *et al.*, 2018). Dengan mempertimbangkan sel yang diinduksi IL-2, kurkumin menunjukkan cara penghambatan yang bergantung pada dosis karena efek penekan kurkumin pada proliferasi meningkat seiring dengan penggunaan konsentrasi yang lebih tinggi. Namun, telah terbukti bahwa kurkumin memiliki aktivitas anti-kanker melalui peningkatan sistem kekebalan. Dalam hal ini, terbukti bahwa kurkumin dapat memulihkan populasi sel CD4⁺ dan CD8⁺ sehingga kembali ke pergeseran dan disekresikan oleh Th1. Kurkumin yang mencegah kehilangan sel T

pusat dan ingatan. Penelitian lain menyatakan bahwa kurkumin dapat meningkatkan kadar sitokin antiinflamasi, seperti IL-10 (Wang, S., *et al.*, 2016). Pengobatan kurkumin dengan dosis rendah pada mencit dapat mengurangi pertumbuhan tumor dan meningkatkan kelangsungan hidup dengan meningkatkan sel T, khususnya proliferasi dan sitotoksitas sel T CD8+. Hal ini menyebabkan kurkumin berpotensi sebagai agen terapeutik baru dalam pengobatan berbagai penyakit autoimun (Ahmed, A. M., *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan literatur di atas, dapat dilihat bahwa suplementasi kurkumin mampu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan sistem/respon imun tubuh manusia, sesuai dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Kurkumin memiliki fungsi meningkatkan respon imun dengan menurunkan peradangan dan stres yang dapat menghambat pertumbuhan dan kinerja sistem kekebalan, meningkatkan aktivitas lisozim dan imunoglobulin untuk melawan infeksi, meningkatkan aktivitas antioksidan, menurunkan tingkat sitokin proinflamasi, dan meningkatkan sitokin antiinflamasi. Kurkumin juga dapat memodulasi respon imun dengan meningkatkan proliferasi sel B dan T untuk kekebalan adaptif, meningkatkan populasi sel CD 4+ dan CD 8+ untuk melawan infeksi, serta meningkatkan sekresi IL-10, sitokin antiinflamasi. Efek dari kurkumin sendiri bergantung pada dosis. Konsentrasi kurkumin yang terlalu tinggi justru dapat bertindak sebagai pro-oksidan dan meningkatkan peradangan. Oleh karena itu, kurkumin merupakan senyawa alami yang menjanjikan untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh manusia, namun perlu diperhatikan dosis yang tepat untuk mendapatkan manfaat yang optimal dan menghindari efek samping.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. M., El Fouhil, A. F., Mohamed, R. A., Atteya, M., Abdel-Baky, N. A., AlRoalle, A. H., & Aldahmash, A. M. (2015). Kurkumin ameliorates experimental autoimmune acute myocarditis in rats as evidenced by decrease in thioredoxin immunoreactivity. *Folia Morphologica*, 74(3), 318-324.
- Boroumand, N., Samarghandian, S., & Hashemy, S. I. (2018). Immunomodulatory, anti-inflammatory, and antioxidant effects of kurkumin. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 7(4), 211-219.
- Borst, J., Ahrends, T., Bąbała, N., Melief, C. J., & Kastenmüller, W. (2018). CD4+ T cell help in cancer immunology and immunotherapy. *Nature Reviews Immunology*, 18(10), 635-647.

- Hidayat, S., & Syahputra, A. A. (2020). Sistem imun tubuh pada manusia. *Visual Heritage*, 2(03), 144-149.
- Khodadadi, M., Sheikhi, N., Nazarpak, H. H., & Brujeni, G. N. (2021). Effects of dietary turmeric (*Curcuma longa*) on innate and acquired immune responses in broiler chicken. *Veterinary and Animal Science*, 14, 100213.
- Mahmoud, H. K., Al-Sagheer, A. A., Reda, F. M., Mahgoub, S. A., & Ayyat, M. S. (2017). Dietary kurkumin supplement influence on growth, immunity, antioxidant status, and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 475, 16-23.
- Ming, J., Ye, J., Zhang, Y., Xu, Q., Yang, X., Shao, X., ... & Xu, P. (2020). Optimal dietary kurkumin improved growth performance, and modulated innate immunity, antioxidant capacity and related genes expression of NF κ B and Nrf2 signaling pathways in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) after infection with *Aeromonas hydrophila*. *Fish & shellfish immunology*, 97, 540-553.
- Nabavi, S. F., Daglia, M., Moghaddam, A. H., Habtemariam, S., & Nabavi, S. M. (2014). Kurkumin and liver disease: from chemistry to medicine. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(1), 62-77.
- Nawab, A., Li, G., An, L., Chao, L., Xiao, M., Zhao, Y., ... & Ghani, M. W. (2019). Effect of kurkumin supplementation on TLR4 mediated non-specific immune responses in liver of laying hens under high-temperature conditions. *Journal of thermal biology*, 84, 384-397.
- Nicholson, L. B. (2016). The immune system. *Essays in biochemistry*, 60(3), 275-301.
- Panahi, Y., Alishiri, G. H., Parvin, S., & Sahebkar, A. (2016). Mitigation of systemic oxidative stress by kurkuminoids in osteoarthritis: results of a randomized controlled trial. *Journal of dietary supplements*, 13(2), 209-220.
- Panda, A. K., Chakraborty, D., Sarkar, I., Khan, T., & Sa, G. (2017). New insights into therapeutic activity and anticancer properties of kurkumin. *Journal of experimental pharmacology*, 31-45.
- Phillips, C. L., & Grayson, B. E. (2020). The immune remodel: Weight loss-mediated inflammatory changes to obesity. *Experimental Biology and Medicine*, 245(2), 109-121.
- Reda, F. M., El-Saadony, M. T., Elnesr, S. S., Alagawany, M., & Tufarelli, V. (2020). Effect of dietary supplementation of biological kurkumin nanoparticles on growth and carcass traits, antioxidant status, immunity and caecal microbiota of Japanese quails. *Animals*, 10(5), 754.
- Rezaee, R., Momtazi, A. A., Monemi, A., & Sahebkar, A. (2017). Kurkumin: a potentially powerful tool to reverse cisplatin-induced toxicity. *Pharmacological research*, 117, 218-227.

Roychoudhuri, R., Eil, R. L., & Restifo, N. P. (2015). The interplay of effector and regulatory T cells in cancer. *Current opinion in immunology*, 33, 101-111.

Shafabakhsh, R., Pourhanifeh, M. H., Mirzaei,

H. R., Sahebkar, A., Asemi, Z., & Mirzaei, H. (2019). Targeting regulatory T cells by kurkumin: A potential for cancer immunotherapy. *Pharmacological research*, 147, 104353.

Wang, D., Quiros, J., Mahuron, K., Pai, C. C., Ranzani, V., Young, A., ... & DuPage, M. (2018). Targeting EZH2 reprograms intratumoral regulatory T cells to enhance cancer immunity. *Cell reports*, 23(11), 32623274.

Wang, S., Li, H., Zhang, M., Yue, L. T., Wang, C. C., Zhang, P., ... & Duan, R. S. (2016). Kurkumin ameliorates experimental autoimmune myasthenia gravis by diverse immune cells. *Neuroscience Letters*, 626, 25-34.