

**OPTIMASI JENIS POLIMER BERDASARKAN RASIO KONSENTRASI
TERHADAP PENINGKATAN KELARUTAN KURKUMIN DALAM AIR
DENGAN SISTEM DISPERSI PADAT**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**AMALIA FITRI
A221039**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

**OPTIMASI JENIS POLIMER BERDASARKAN RASIO KONSENTRASI
TERHADAP PENINGKATAN KELARUTAN KURKUMIN DALAM AIR
DENGAN SISTEM DISPERSI PADAT**

**AMALIA FITRI
A221039**

**Juli 2026 :
Disetujui oleh**

Pembimbing



Dr. apt. Rival Ferdiansyah, M.Farm.

Pembimbing



apt. Wahyu Priyo Legowo, M.Farm.

Kutipan atau saduran ini sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

“Dengan penuh rasa syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan ridha-Nya, skripsi ini penulis persembahkan untuk diri sendiri yang telah berjuang hingga berada pada titik ini, serta untuk kedua orang tua tercinta, Papi Joni, S.H., M.H., CPM. dan Mami Selvia Ratna Dewi, “Ya Allah, sayangilah kedua orang tuaku, anugerahkanlah kepada mereka surga-Mu yang paling indah sebagai balasan atas segala cinta, doa, dan pengorbanan yang telah mereka berikan.” yang tidak pernah lelah tanpa batas. Tak lupa kepada nenek, abang, keluarga, dan sahabat-sahabat tercinta yang senantiasa hadir memberikan semangat, doa, dan kebersamaan selama perjalanan ini.”

ABSTRAK

Kurkumin merupakan senyawa aktif utama dari *Curcuma longa* L. yang memiliki berbagai aktivitas farmakologis, namun pemanfaatannya terbatas karena kelarutannya yang rendah dalam air. Penelitian ini bertujuan menentukan jenis polimer dan rasio kurkumin:polimer yang paling optimal dalam meningkatkan kelarutan kurkumin melalui sistem dispersi padat menggunakan metode *solvent evaporation*. Kurkumin diformulasikan dengan lima polimer hidrofilik, yaitu natrium alginat, PVP K30, PVP K90, PEG 6000, dan maltodekstrin pada rasio kurkumin:polimer 1:1, 1:2, dan 1:3 sehingga diperoleh 15 formula. Karakterisasi meliputi pengamatan preparasi, rendemen, uji higroskopis, *Loss on Drying* (LOD), serta uji kelarutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh formula berhasil membentuk sistem dispersi padat dengan karakteristik yang berbeda sesuai jenis dan rasio polimer. Penggunaan polimer hidrofilik meningkatkan kelarutan kurkumin dibandingkan kurkumin murni, dengan efektivitas yang dipengaruhi oleh jenis dan rasio polimer. Formula F6 yang menggunakan PVP K30 pada rasio kurkumin:polimer 1:3 menghasilkan persentase kurkumin terlarut tertinggi sebesar 70,847%, dengan rendemen 79,496%, higroskopisitas 1,39%, dan nilai LOD 6,05%, sehingga ditetapkan sebagai formula terbaik. Berdasarkan hasil tersebut, PVP K30 merupakan jenis polimer yang paling efektif dan rasio kurkumin:polimer 1:3 merupakan rasio paling optimal dalam meningkatkan kelarutan kurkumin melalui sistem dispersi padat menggunakan metode *solvent evaporation*.

Kata kunci: kurkumin, dispersi padat, *solvent evaporation*, polimer, kelarutan.

ABSTRACT

Curcumin is the major active compound of *Curcuma longa* L. and possesses various pharmacological activities; however, its application is limited by its poor aqueous solubility. This study aimed to determine the most optimal polymer type and curcumin-to-polymer ratio for improving the solubility of curcumin through a solid dispersion system using the solvent evaporation method. Curcumin was formulated with five hydrophilic polymers, namely sodium alginate, PVP K30, PVP K90, PEG 6000, and maltodextrin, at curcumin-to-polymer ratios of 1:1, 1:2, and 1:3, resulting in 15 formulations. Characterization included preparation observation, percentage yield, hygroscopicity, Loss on Drying (LOD), and solubility testing. The results showed that all formulations successfully formed solid dispersion systems with different characteristics depending on the polymer type and ratio. The use of hydrophilic polymers increased the solubility of curcumin compared with pure curcumin, and the effectiveness was influenced by the polymer type and ratio. Formula F6, containing PVP K30 at a curcumin-to-polymer ratio of 1:3, exhibited the highest percentage of dissolved curcumin (70.847%), with a percentage yield of 79.496%, hygroscopicity of 1.39%, and an LOD value of 6.05%, and was therefore identified as the best formulation. Based on these findings, PVP K30 was the most effective polymer, and the curcumin-to-polymer ratio of 1:3 was the most optimal ratio for improving curcumin solubility through a solid dispersion system using the solvent evaporation method.

Keywords: curcumin, solid dispersion, solvent evaporation, polymer, solubility.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis diberikan kekuatan, kesehatan, kesabaran, serta kemudahan dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul **Optimasi Jenis Polimer Berdasarkan Rasio Konsentrasi terhadap Peningkatan Kelarutan Kurkumin dalam Air dengan Sistem Dispersi Padat.**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi Sarjana Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Dr. apt. Rival Ferdiansyah, M.Farm. dan apt. Wahyu Priyo Legowo, M.Farm. yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis dengan penuh kesabaran selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat serta ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si., selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
2. Dr. apt. Diki Prayugo, M.Si., selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
3. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
4. Prof. Dr. apt. Aang Hanafiah Wangsaatmadja, selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
5. Teman – teman STFI Angkatan 2022 telah memberikan semangat, pengalaman, kebersamaan selama proses akademik yang bermakna.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, doa, maupun kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan segala kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan pada penelitian maupun karya ilmiah di masa depan.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, tidak hanya sebagai salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan pendidikan, tetapi juga dapat menjadi tambahan informasi dan referensi ilmiah dalam pengembangan ilmu farmasi, khususnya mengenai pemanfaatan sistem dispersi padat untuk meningkatkan kelarutan senyawa aktif yang sukar larut dalam air.

Penulis juga berharap penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian-penelitian selanjutnya sehingga mampu memberikan kontribusi nyata terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi farmasi di bidang farmasetika.

Bandung, Agustus 2026
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KUTIPAN.....	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Kegunaan Penelitian	2
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kurkumin	3
2.1.1 Karakteristik Fisiko kimia	4
2.1.2 Efek farmakologi kurkumin	4
2.5 Metode Peningkatan Kelarutan	5
2.3 Dispersi Padat.....	6
2.4 Polimer	9
2.4.1 Natrium alginat	9
2.4.2 Polivinilpirolidon K30 (PVP K30).....	10
2.4.3 Polivinilpirolidon K90 (PVP K90).....	11
2.4.4 Polietilen Glikol 6000 (PEG 6000	12
2.2.1 Maltodekstrin.....	13
BAB III TATA KERJA.....	14
3.1 Alat	14
3.2 Bahan	14
3.3 Metode Penelitian	14
3.3.1 Preparasi dispersi padat kurkumin	14
3.3.2 Uji Kelarutan	15
3.3.3 Uji LOD.....	16

3.3.4	Perhitungan Rendemen.....	17
3.3.4	Uji Higroskopis.....	17
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		18
4.1	Preparasi Dispersi Padat Kurkumin.....	18
4.1.1	Rendemen	20
4.1.2	Uji LOD.....	21
4.1.3	Uji Higroskopis	23
4.2	Uji Kelarutan	25
4.3	Hasil dan Formula Terbaik.....	30
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA		32
5.3	Simpulan	32
5.2	Alur Penelitian Selanjutnya.....	32
DAFTAR PUSTAKA		33
LAMPIRAN 1		38
LAMPIRAN 2		39
LAMPIRAN 3		43
LAMPIRAN 4		48
LAMPIRAN 5		50
LAMPIRAN 6		54
LAMPIRAN 7		57
LAMPIRAN 8		76

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Formula dispersi padat kurkumin	15
Tabel 4. 1 Visualisasi Dispersi padat Kurkumin.....	18
Tabel 4. 2 Perbandingan Persentase Kurkumin Terlarut Berdasarkan Jenis Polimer	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Grafik Persentase Rendemen Dispersi Padat.....	20
Gambar 4. 2 Grafik nilai LOD dispersi padat kurkumin	22
Gambar 4. 3 Grafik persentase higroskopis dispersi padat kurkumin	24
Gambar 4. 4 Kurva Baku Kurkumin pada Panjang Gelombang 483 nm	27
Gambar 4. 5 Persentase Kurkumin Terlarut pada Masing-masing	27

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. W., Bhat, S. I., Al Qahtani, H. S., Aamir, M., Amin, M. N., Farhan, M., Aldabal, S., Khan, M. S., Jeelani, I., Nawaz, A., & Souayeh, B. (2022). Recent Progress, Challenges, and Trends in Polymer-Based Sensors: A Review. In *Polymers* (Vol. 14, Number 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/polym14112164>
- Baira, K., Ounissi, A., Merouani, H., Alam, M., Ouddai, N., Erto, A., Yadav, K. K., Islam, S., Cheon, J. K., Jeon, B. H., & Benguerba, Y. (2022). Multitask Quantum Study of the Curcumin-Based Complex Physicochemical and Biological Properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5). <https://doi.org/10.3390/ijms23052832>
- Basnet, P., & Skalko-Basnet, N. (2011). Curcumin: An anti-inflammatory molecule from a curry spice on the path to cancer treatment. In *Molecules* (Vol. 16, Number 6, pp. 4567–4598). <https://doi.org/10.3390/molecules16064567>
- Bhairam, M., Shukla, S. S., Gidwani, B., & Pandey, R. K. (2022). Solid Dispersion of Dolutegravir: Formulation Development, Characterization, and Pharmacokinetic Assessment. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 13(4), 496–503. <https://doi.org/10.25258/ijpqa.13.4.24>
- Chafidz, A., Jauhary, T., Kaavessina, M., & Latief, F. H. (2018). COMMUNICATIONS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY. In *Communications in Science and Technology* (Vol. 3, Number 2).
- Chen, L., Yue, B., Liu, Z., Luo, Y., Ni, L., Zhou, Z., & Ge, X. (2022). Study on the Preparation, Characterization, and Stability of Freeze-Dried Curcumin-Loaded Cochleates. *Foods*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/foods11050710>
- Chen, Y., Lu, Y., Lee, R. J., & Xiang, G. (2020). Nano encapsulated curcumin: And its potential for biomedical applications. In *International Journal of Nanomedicine* (Vol. 15, pp. 3099–3120). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/IJN.S210320>
- Cozmin, M., Lungu, I. I., Gutu, C., Stefanache, A., Duceac, L. D., Şoltuzu, B. D., Damir, D., Calin, G., Bogdan Goroftei, E. R., Grierosu, C., & Boev, M. (2024). Turmeric: from spice to cure. A review of the anti-cancer, radioprotective and anti-inflammatory effects of turmeric sourced compounds. In *Frontiers in Nutrition* (Vol. 11). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1399888>

- Dewi, M. O. T., & Setyaningsih, D. (2023). Effects Of Drying Temperature On Curcumin And Piperine Dissolution And The Release Kinetics Of Solid Dispersion-Based Microparticles: A Preliminary Study. *Ankara Universitesi Eczacilik Fakultesi Dergisi*, 47(3), 853–863. <https://doi.org/10.33483/jfpau.1253561>
- Diana, G.-V., El-Sherbiny, I. M., Herrera-Ruiz, D., & Smyth, A. C. (2013). Research Article Design and In Vitro Evaluation of a New Nano-Microparticulate System for Enhanced Aqueous-Phase Solubility of Curcumin. In *BioMed Research International: Eeee*. Hindawi Publishing Corporation. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/724763>. Epub 2013 Jul 28. PMID: 23984402; PMCID: PMC3745911
- Dutta, A. K., & Ikiki, E. (2014). Novel drug delivery systems to improve bioavailability of curcumin. *Journal of Bioequivalence and Bioavailability*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.4172/jbb.1000172>
- Hariyadi, D. M., & Islam, N. (2020). Current status of alginate in drug delivery. In *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences* (Vol. 2020). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2020/8886095>
- Ikram, , & Kumar, K. (2020). Solid Dispersion: Solubility Enhancement Technique of Poorly Water Soluble Drug. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 10(1), 173–177. <https://doi.org/10.22270/jddt.v10i1.3925>
- Ishtiaq, M., Asghar, S., Khan, I. U., Iqbal, M. S., & Khalid, S. H. (2022). Development of the Amorphous Solid Dispersion of Curcumin: A Rational Selection of Polymers for Enhanced Solubility and Dissolution. *Crystals*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/cryst12111606>
- Ishtiaq, M., Manzoor, H., Khan, I. U., Asghar, S., Irfan, M., Albekairi, N. A., Alshammari, A., Alqahtani, A. F., Alotaibi, S., Munir, R., Shah, P. A., Hussain, L., Saleem, M. A., Razzaq, F. A., & Khalid, S. H. (2024). Curcumin-loaded soluplus® based ternary solid dispersions with enhanced solubility, dissolution and antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory activities. *Heliyon*, 10(14). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34636>
- Jin, S., Lee, C. H., Lim, D. Y., Lee, J., Park, S. J., Song, I. S., & Choi, M. K. (2021). Improved hygroscopicity and bioavailability of solid dispersion of red ginseng extract with silicon dioxide. *Pharmaceutics*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13071022>
- Kruk, K., & Winnicka, K. (2023). Alginates Combined with Natural Polymers as Valuable Drug Delivery Platforms. In *Marine Drugs* (Vol. 21, Number 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/md21010011>

- Le, P. Q., Nguyen, M. T., Le, Q. V., & Nguyen, H. Van. (2025). Recent Strategies for Enhancing the Solubility and Dissolution of Poorly Water-Soluble Curcumin for Therapeutic Purposes and Beyond. In *Tropical Journal of Natural Product Research* (Vol. 9, Number 7, pp. 3413–3429). Faculty of Pharmacy, University of Benin. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v9i7.70>
- Li, L., Zhang, X., Pi, C., Yang, H., Zheng, X., Zhao, L., & Wei, Y. (2020). Review of curcumin physicochemical targeting delivery system. In *International Journal of Nanomedicine* (Vol. 15, pp. 9799–9821). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/IJN.S276201>
- Low, Z. X., Teo, M. Y. M., Nordin, F. J., Dewi, F. R. P., Palanirajan, V. K., & In, L. L. A. (2022). Biophysical Evaluation of Water-Soluble Curcumin Encapsulated in β -Cyclodextrins on Colorectal Cancer Cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(21). <https://doi.org/10.3390/ijms232112866>
- Manimaran, S., SambathKumar, K., Gayathri, R., Raja, K., Rajkamal, N., Venkatachalapathy, M., Ravichandran, G., & Lourdu EdisonRaj, C. (2018). Medicinal Plant Using Ground State Stabilization of Natural Antioxidant Curcumin by Keto-Enol Tautomerisation. *Natural Products and Bioprospecting*, 8(5), 369–390. <https://doi.org/10.1007/s13659-018-0170-1>
- Minhas, M. U., Khan, K. U., Sarfraz, M., Badshah, S. F., Munir, A., Barkat, K., Basit, A., & Arafat, M. (2022). Polyvinylpyrrolidone K-30-Based Crosslinked Fast Swelling Nanogels: An Impeccable Approach for Drug's Solubility Improvement. In *BioMed Research International* (Vol. 2022). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2022/5883239>
- Mishra, P., Mishra, S., Kiran, U. V., & Sharmila, K. (2023). Phytochemical Analysis and Biological Activities of Curcumin. In *IJFMR23045842* (Vol. 5, Number 4). www.ijfmr.com
- Nair, A. R., Lakshman, Y. D., Anand, V. S. K., Sree, K. S. N., Bhat, K., & Dengale, S. J. (2020). Overview of Extensively Employed Polymeric Carriers in Solid Dispersion Technology. In *AAPS PharmSciTech* (Vol. 21, Number 8). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1208/s12249-020-01849-z>
- Nindy Fitria Wahida Budiyan. (2019). Pengaruh Penggunaan Manitol sebagai Polimer Hidrofilik dalam Dispersi Padat Asam Mefenamat. *Doctoral Dissertation, Universitas Brawijaya*.
- Pubchem. (2026). <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Curcumin>.

- Rahmat, S. D., Sarah Rifka Rahmawati, Yuni Sahari, Adang Firmansyah, & Melvia Sundalian. (2023). *Penentuan kelarutan kurkumin dalam delapan pelarut organik guna pengembangan sediaan farmasi berbahan dasar kurkumin menggunakan spektrofotometri visible dan gravimetri*.
- Rathore, S., Mukim, M., Sharma, P., Devi, S., Chandra Nagar, J., & Khalid, M. (2020). Curcumin: A Review for Health Benefits Kingdom of Saudi Arabia. *International Journal of Research and Review (Ijrrjournal.Com)*, 7(1), 1.
- Rodhiyah, R., Rahmatulloh, A., & Firdaus, R. C. (2024). Perbandingan Analisis Parameter Moisture Content Flavour Powder Menggunakan Moisture Analyzer Dan Oven. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 287–295. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4877>
- Rowe, R. C. (2009). *Handbook of Pharmaceutical Excipients (HOPE)*.
- Sapkal, S., Narkhede, M., Babhulkar, M., Mehetre, G., & Rathi, A. (2013). Natural polymers: Best carriers for improving bioavailability of poorly water soluble drugs in solid dispersions. In *Marmara Pharmaceutical Journal* (Vol. 17, Number 2, pp. 65–72). Marmara University. <https://doi.org/10.12991/201317375>
- Sideek, S. A., El-Nassan, H. B., Fares, A. R., ElMeshad, A. N., & Elkasabgy, N. A. (2023). Different Curcumin-Loaded Delivery Systems for Wound Healing Applications: A Comprehensive Review. In *Pharmaceutics* (Vol. 15, Number 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010038>
- Sudjarwo, S., Bobsaid, J., Windianto, F. R., Rizkyah, C., Shaffiq, N., Putra, A. S., Jaelani, M. I., Zulfah, Y., Nareswari, A. B., Fridayanti S, S. I., Devitri, N. A., Yakub, N., Putri, Y. B. P., & Widyowati, R. (2023). Improving the Bioavailability of Curcumin in Curcuma heyneana by Preparing Solid Dispersion. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 10(1), 23–27. <https://doi.org/10.20473/bikfar.v10i1.44546>
- Szliszka, E., Czuba, Z. P., Domino, M., Mazur, B., Zydowicz, G., & Krol, W. (2009). Ethanolic Extract of Propolis (EEP) Enhances the Apoptosis-Inducing Potential of TRAIL in Cancer Cells. *Molecules*, 14(2), 738–754. <https://doi.org/10.3390/molecules>
- United States Pharmacopeia. (2023a). Polyethylene Glycol. In *National Formulary*. https://doi.org/10.31003/USPNF_M66430_04_01
- United States Pharmacopeia. (2023b). Povidone. In *National Formulary*. https://doi.org/10.31003/USPNF_M68070_05_01

- United States Pharmacopeia. (2023c). Sodium Alginate. In *National Formulary*. https://doi.org/10.31003/USPNF_M75750_04_01
- Usacheva, T., Gamov, G., Bychkova, A., Anufrikov, Y., Shasherina, A., Alister, D., Kuranova, N., & Sharnin, V. (2022). Binding of quercetin and curcumin to human serum albumin in aqueous dimethyl sulfoxide and in aqueous ethanol. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 147(9), 5511–5518. <https://doi.org/10.1007/s10973-022-11216-8>
- USP, U. S. P. (2023). Maltodextrin. In *National Formulary*. https://doi.org/10.31003/USPNF_M47125_03_01
- Valencia, M. S., Silva Júnior, M. F. da, Xavier-Júnior, F. H., Veras, B. de O., Albuquerque, P. B. S. de, Borba, E. F. de O., Silva, T. G. da, Xavier, V. L., Souza, M. P. de, & Carneiro-da-Cunha, M. das G. (2021). Characterization of curcumin-loaded lecithin-chitosan bioactive nanoparticles. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100119>
- Wenling, F., Xiaotong, Z., Wenjing, Z., Xinyi, Z., & Liuqing, D. (2021). Preparation of Curcumin-Eudragit® E PO Solid Dispersions with Gradient Temperature through Hot-Melt Extrusion. *Molecules*, 14(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/molecules>
- Wicaksono, Y., Barikah, K. Z., Yudatama, A. Della, Maulia, H., Nuri, & Setyawan, D. (2023). Increasing the Solubility and Anti-Inflammatory Activity of Curcumin by Cocrystallization. *Science and Technology Indonesia*, 8(3), 501–508. <https://doi.org/10.26554/sti.2023.8.3.501-508>