

**ANALISIS POTENSI SENYAWA BAHAN ALAM TERHADAP
RESEPTOR HISTAMIN H₃ (H₃R) SEBAGAI TERAPI
AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD) DENGAN
METODE *IN SILICO***

SKRIPSI

**SIVA YUSTINA FEBRIANTI
A211038**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

**ANALISIS POTENSI SENYAWA BAHAN ALAM TERHADAP
RESEPTOR HISTAMIN H3 (H3R) SEBAGAI TERAPI
*AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD) DENGAN
METODE *IN SILICO****

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**SIVA YUSTINA FEBRIANTI
A211038**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

**ANALISIS POTENSI SENYAWA BAHAN ALAM TERHADAP
RESEPTOR HISTAMIN H3 (H3R) SEBAGAI TERAPI
*AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD) DENGAN METODE IN SILICO***

**SIVA YUSTINA FEBRIANTI
A211038**

Agustus 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing



apt. Nia Kurnia Sari, M.Si

Pembimbing



apt. Novi Irwan Fauzi, M.Si

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

Sebait karya dari jerih dan doa ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, kakak serta almh. nenek yang selalu menjadi sumber kekuatan, semangat, dan doa dalam setiap langkahku. Cinta dan perjuangan kalian adalah napas di balik tiap kata yang kutulis.

ABSTRAK

Autism Spectrum Disorder (ASD) merupakan gangguan perkembangan saraf yang ditandai dengan kesulitan interaksi sosial dan perilaku berulang. Patogenesis ASD melibatkan stres oksidatif, disfungsi neuroimun, serta ketidakseimbangan *neurotransmitter*, sementara prevalensinya terus meningkat secara global dan nasional. Hingga kini, belum tersedia terapi yang secara spesifik menargetkan gejala inti ASD. Reseptor Histamin H3 (H3R) menjadi salah satu target terapeutik potensial karena perannya dalam regulasi pelepasan *neurotransmitter* dan inflamasi saraf. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi senyawa bahan alam sebagai kandidat terapi ASD melalui pendekatan *in silico* terhadap H3R. Metode *molecular docking* digunakan untuk menilai afinitas dan jenis interaksi ligan-protein dengan bantuan perangkat lunak PLANTS, YASARA, MarvinSketch, dan Ligplot. Validasi metode melalui *re-docking* menghasilkan nilai RMSD sebesar 1,3232 Å, menunjukkan metode yang valid. Hasil penelitian menunjukkan dari sepuluh senyawa yang diuji, *oleocanthal* memiliki skor *docking* terendah (-112,884 kcal/mol), diikuti oleh kurkumin dan piperin. Ketiga senyawa ini membentuk ikatan hidrogen dan hidrofobik dengan reseptor H3R (PDB: 7F61), menunjukkan afinitas ikatan yang kuat meskipun tidak seluruhnya menyerupai residu aktif ref_ligan. Temuan ini mengindikasikan bahwa ketiga senyawa bahan alam tersebut memiliki potensi sebagai inhibitor H3R untuk pengembangan terapi ASD selanjutnya.

Kata kunci: *Autism Spectrum Disorder*, H3R, *in silico*, *molecular docking*, senyawa bahan alam.

ABSTRACT

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder characterized by difficulty with social interaction and repetitive behavior. The pathogenesis of ASD involves oxidative stress, neuroimmune dysfunction, as well as neurotransmitter imbalances, while its prevalence continues to increase globally and nationally. Until now, there is no therapy that specifically targets the core symptoms of ASD. Histamine H3 Receptor (H3R) is one of the potential therapeutic targets due to its role in the regulation of neurotransmitter release and nerve inflammation. This study aims to determine the potential of natural compounds as candidates for ASD therapy through an in silico approach to H3R. The molecular docking method was used to assess the affinity and type of ligand-protein interaction with the help of PLANTS, YASARA, MarvinSketch, and Ligplot software. Method validation via re-docking yields an RMSD value of 1.3232 Å, indicating a valid method. The results showed that of the ten compounds tested, oleocanthal had the lowest docking score (-112,884 kcal/mol), followed by curcumin and piperine. These three compounds form hydrogen and hydrophobic bonds with H3R receptors (GDP: 7F61), exhibiting strong bond affinity although they do not entirely resemble ref_ligan active residues. These findings indicate that the three natural compounds have the potential as H3R inhibitors for the development of further ASD therapies.

Keywords: *Autism Spectrum Disorder, H3R, in silico, molecular docking, natural material compounds.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Analisis Potensi Senyawa Bahan Alam terhadap Reseptor Histamin H3 (H3R) Sebagai Terapi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) Dengan Metode *In Silico*”**.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing apt. Nia Kurnia Sari, M.Si. dan apt. Novi Irwan Fauzi, M.Si. yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dukungan, dan semangat yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M. Si., selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. Dr. apt. Diki Prayugo W, M. Si., selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik,
3. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi,
4. Nur Asni Setiani, M. Si., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
5. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
6. Rekan-rekan angkatan 2021 yang telah berjuang bersama hingga akhir program S1 farmasi di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
7. Semua pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu yang telah memberikan perhatian dan dukungannya dalam menyelesaikan perkuliahan ini.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan juga bagi pihak lain yang berkepentingan.

Bandung, Agustus 2025
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN.....	ii
PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Autism Spectrum Disorder (ASD)</i>	5
2.1.1 Definisi Autisme.....	5
2.1.2 Jenis <i>Autism Spectrum Disorder (ASD)</i>	5
2.1.3 Penyebab <i>Autism Spectrum Disorder (ASD)</i>	6
2.1.4 Patogenesis <i>Autism Spectrum Disorder (ASD)</i>	6
2.1.5 Manifestasi Klinis.....	7
2.2 Reseptor Histamin H3 (H3R)	8
2.3 Senyawa Antagonis Reseptor Histamin H3 (H3R)	9
2.3.1 Ciproxifan.....	9
2.3.2 DL77.....	10
2.4 Senyawa Bahan Alam Potensial	11
2.4.1 Kunyit (<i>Curcuma longa</i> Linn.).....	11
2.4.2 Lada Hitam (<i>Piper nigrum</i> L.).....	12
2.4.3 Naringenin	13
2.4.4 Resveratrol (RSV)	14
2.4.5 Luteolin.....	15
2.4.6 Ginkgo Biloba (<i>Ginkgo biloba</i>).....	16
2.4.7 Minyak Zaitun (<i>Olive oil</i>).....	17
2.4.8 Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Nees)	18
2.4.9 <i>Sulforaphane</i> (SFN).....	18
2.5 Uji <i>In Silico</i>	19
2.5.1 Penambatan Molekuler (<i>Molecular Docking</i>)	19
2.5.2 PLANTS	21
2.5.3 YASARA.....	21
2.5.4 MarvinSketch	21
2.5.5 Ligplot	22
2.6 Interaksi antara Obat dan Reseptor.....	22
2.6.1 Ikatan Kovalen.....	22
2.6.2 Ikatan Hidrogen	22

	2.6.3 Ikatan Van Der Waals	23
	2.6.4 Ikatan Ion.....	23
BAB III	TATA KERJA	24
	3.1 Alat	24
	3.2 Bahan.....	24
	3.3 Metode Penelitian.....	25
	3.3.1 Validasi <i>Docking</i>	25
	3.3.2 Tahapan <i>Docking</i>	26
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	28
	4.1 Validasi Docking	28
	4.1.1 Preparasi Ref Ligan dan Protein.....	28
	4.1.2 Preparasi Ligan.....	29
	4.1.3 Proses <i>Re-docking</i>	30
	4.1.4 Penentuan <i>Root Mean Square Deviation</i> (RMSD).....	31
	4.2 Tahapan <i>Docking</i> Senyawa Bahan Alam Potensial.....	32
	4.2.1 Preparasi Ligan Senyawa Bahan Alam Potensial.....	32
	4.2.2 Proses <i>Docking</i> Senyawa Bahan Alam Potensial dengan Reseptor H3R (Kode PDB: 7F61)	34
	4.2.3 Visualisasi Hasil <i>Docking</i>	37
BAB V	SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA.....	43
	5.1 Simpulan.....	43
	5.2 Alur Penelitian Selanjutnya.....	43
	DAFTAR PUSTAKA	44
	LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Data SMILES Ligan Uji.....	24
4.1 Hasil <i>Re-docking</i> Reseptor 7F61	31
4.2 Hasil Validasi Reseptor.....	32
4.3 Hasil Preparasi Ligan Senyawa Bahan Alam Potensial	32
4.4 Hasil <i>Docking</i> Ligan Uji terhadap Reseptor 7F61	35
4.5 Jenis Ikatan Pada Interaksi Ligan Uji dengan 7F61	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur 3D Protein 7F61 (rcsb.org).....	9
2.2 Stuktur Kimia Ciproxifan (Dokumentasi pribadi, 2025).....	10
2.3 Stuktur Kimia DL77 (Dokumentasi pribadi, 2025).....	10
2.4 Struktur Kimia Kurkumin (Dokumentasi pribadi, 2025)	11
2.5 Struktur Kimia Piperin (Dokumentasi pribadi, 2025)	13
2.6 Stuktur Kimia Naringenin (Dokumentasi pribadi, 2025)	13
2.7 Stuktur Kimia Resveratrol (Dokumentasi pribadi, 2025)	14
2.8 Stuktur Kimia Luteolin (Dokumentasi pribadi, 2025)	15
2.9 Stuktur Kimia Kuersetin dan Isorhamnetin	16
2.10 Stuktur Kimia <i>Oleocanthal</i> (Dokumentasi pribadi, 2025)	17
2.11 Struktur Kimia Andrografolid (Dokumentasi pribadi, 2025)	18
2.12 Stuktur Kimia <i>Sulforaphane</i> (Dokumentasi pribadi, 2025)	18
2.13 Grafik <i>Molecular Docking</i> (Tu et al., 2018).....	20
4.1 Preparasi Protein Reseptor H3R.....	29
4.2 Preparasi Ref_ligan	29
4.3 Konformasi 1 (Energi: 89,23 kcal/mol).....	30
4.4 Visualisasi 2D ref_ligan terhadap 7F61	31
4.5 Visualisasi Hasil Ligan Uji	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Preparasi Protein 7F61	48
2 Preparasi Ref_ligan 7F61	49
3 Preparasi Ligan 7F61.....	50
4 Proses <i>Re-docking</i> 7F61	52
5 Running <i>Docking</i> Senyawa Bahan Alam Potensial dengan Reseptor H3R (Kode PDB: 7F61).....	53

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, R, *et al.* (2023) ‘VinaLigGen: a method to generate LigPlots and retrieval of hydrogen and hydrophobic interactions from protein-ligand complexes’, *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 42(22), 12040–12043., 42 (22), pp. 12040–12043. doi: <https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2266524>.
- Al-Gholam, M. A. dan Ameen, O. (2020) ‘The Neuroprotective Effect of Ginkgo Biloba Extract on Valproic Acid Induced Autistic Features in Mice’, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, pp. 1–6. doi: 10.7860/jcdr/2020/44201.13948.
- Aprillah Akbar, N., Amin, S. dan Wulandari, W. T. (2022) *Studi In Silico Senyawa yang Terkandung dalam Tanaman Daun Sirih Merah (Piper crocatum RUIZ & PAV) sebagai Kandidat Anti SARS CoV-2*.
- Barbalace, M. C. *et al.* (2024) ‘Unraveling the Protective Role of Oleocanthal and Its Oxidation Product, Oleocanthalic Acid, against Neuroinflammation’, *Antioxidants*, 13(9), pp. 1–31. doi: 10.3390/antiox13091074.
- Basuki, S. A. dan Melinda, N. (2017) *Prediksi Mekanisme Kerja Obat Terhadap Reseptornya Secara in Silico (Studi pada Antibiotika Sefotaksim)*.
- Burley, S. K. *et al.* (2021) ‘RCSB Protein Data Bank: Powerful new tools for exploring 3D structures of biological macromolecules for basic and applied research and education in fundamental biology, biomedicine, biotechnology, bioengineering and energy sciences’, *Nucleic Acids Research*, 49(1), pp. 437–451.
- Choi, K. E., Balupuri, A. dan Kang, N. S. (2023) ‘TWN-RENCOD: A novel method for protein binding site comparison’, *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 21, pp. 425–431. doi: 10.1016/j.csbj.2022.12.014.
- Effendi, N. *et al.* (2023) ‘In Silico ADME-T dan Molekular Docking Analog Tamoxifen Sebagai Kandidat Agen Terapi Kanker Payudara’, *Media Farmasi*, 19(1), pp. 9–19.
- Eissa, N. *et al.* (2018) ‘The histamine H3R antagonist DL77 attenuates autistic behaviors in a prenatal valproic acid-induced mouse model of autism’, *Scientific Reports*, 8(1), pp. 1–15.
- Eissa, N. *et al.* (2019) ‘The dual-active histamine H3 receptor antagonist and acetylcholine esterase inhibitor E100 ameliorates stereotyped repetitive behavior and neuroinflammation in sodium valproate induced autism in mice’, *Chemico-Biological Interactions*, pp. 1–11.
- Fauziah, A. *et al.* (2023) ‘Molecular Docking Of Compound With Potential As Anti-breast Cancer: Literature Review’, *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6, pp. 416–27.

- Fransiska, A. N. *et al.* (2023) *LITERATURE REVIEW: Molecular Docking Aktivitas Senyawa Antioksidan Alami Pada Beberapa Tanaman di Indonesia*, *Jurnal Farmasetis*. Kabupaten Karawang.
- Hagenow, S. *et al.* (2017) 'Ciproxifan, a histamine H₃ receptor antagonist, reversibly inhibits monoamine oxidase A and B', *Scientific Reports*, 7, pp. 1–6.
- Ishak, A. K. K., Aminah dan Yuliana, D. (2024) 'LITERATURE REVIEW : Uji Molekular Docking Senyawa Osimertinib Beserta Turunannya Terhadap Reseptor Tirosin kinase Pada kanker Paru-Paru', *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 2(2), pp. 41–52.
- Kamal, I. M. dan Chakrabarti, S. (2023) 'MetaDOCK: A Combinatorial Molecular Docking Approach', *ACS Omega*, 8(6), pp. 5850–5860.
- Kamaralzaman, S. *et al.* (2018) *The Economic Burden of Families with Autism Spectrum Disorders (ASD) Children in Malaysia*, *Journal of ICSAR ISSN*.
- Katilik, A. N. dan Djie, J. A. (2022) 'Penerapan Pendekatan Orff-Schulwerk untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dengan Autism Spectrum Disorder (ASD) dalam Pembelajaran Instrumen Ritmis Sederhana', *Jurnal Seni Musik*, 12(1), pp. 91–109.
- Khuswatun Khazanah Ishak, A., Aminah dan Yuliana, D. (2024) 'LITERATURE REVIEW : Uji Molekular Docking Senyawa Osimertinib Beserta Turunannya Terhadap Reseptor Tirosin kinase Pada kanker Paru-Paru', *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 2024(2), pp. 41–52. Available at: <https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mpsj>.
- Kim, S. *et al.* (2025) 'PubChem 2025 update', *Nucleic Acids Research*, 53(1), pp. 1516–1525.
- Kotsiou, A. dan Tesseromatis, C. (2017) 'Oleocanthal an extra-virgin olive oil bioactive component', *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5(3), pp. 95–100.
- Lamanna-Rama, N. *et al.* (2022) 'An Update on the Exploratory Use of Curcumin in Neuropsychiatric Disorders', *Antioxidants*. MDPI, pp. 1–27.
- Laxmi, K. (2022) 'Characterization of Ligand N'-[(1E)-1-phenylethylidene]-1, 3-benzothiazole-2-carbohydrazide by using Marvin Sketch 20.8 Software', *Oriental Journal Of Chemistry*, 38(1), pp. 77–84.
- Li, J., Fu, A. dan Zhang, L. (2019) 'An Overview of Scoring Functions Used for Protein–Ligand Interactions in Molecular Docking', *Interdisciplinary Sciences – Computational Life Sciences*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, pp. 320–328. doi: 10.1007/s12539-019-00327-w.
- Li, X. *et al.* (2021) 'Structural, Functional, and Molecular Imaging of Autism Spectrum Disorder', *Neuroscience Bulletin*. Springer, pp. 1051–1071.
- Li, Y. *et al.* (2017) 'Andrographolide Inhibits Inflammatory Cytokines Secretion in LPS-Stimulated RAW264.7 Cells through Suppression of NF- κ B/MAPK

- Signaling Pathway', *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, pp. 1–10. doi: 10.1155/2017/8248142.
- Li, Y. J., Zhang, X. dan Li, Y. M. (2020) 'Antineuroinflammatory therapy: potential treatment for autism spectrum disorder by inhibiting glial activation and restoring synaptic function', *CNS Spectrums*. Cambridge University Press, pp. 493–501. doi: 10.1017/S1092852919001603.
- Maftucha, N. *et al.* (2022) *Potensi Senyawa Turunan Xanton dari Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L.) Sebagai Inhibitor Protein Mycobacterium tuberculosis: Studi In Silico*, *PHARMACEUTICAL JOURNAL OF INDONESIA*. Available at: <http://pji.ub.ac.id>.
- Majerczyk, D. *et al.* (2022) 'Systemic maternal inflammation promotes ASD via IL-6 and IFN- γ ', *Bioscience Reports*. Portland Press Ltd, pp. 1–19.
- Nasrmezhad, R. *et al.* (2021) 'Piperine Improves Experimental Autoimmune Encephalomyelitis (EAE) in Lewis Rats through its Neuroprotective, Anti-inflammatory and Anti-Oxidant Effects', pp. 1–36. doi: 10.21203/rs.3.rs-461934/v1.
- Noviardi, H. dan Fachrurrazie (2015) *Potensi Senyawa Bullatalisin Sebagai Inhibitor Protein Leukotrien A4 Hidrolase Pada Kanker Kolon Secara In Silico*. Available at: <http://www.rscb.org/pdb/>.
- Nunes, Y. C. *et al.* (2024) 'Curcumin: A Golden Approach to Healthy Aging: A Systematic Review of the Evidence', *Nutrients*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), pp. 1–44.
- Oktaviana, W., Amir, Y. dan Indriati, G. (2018) 'Identifikasi Tingkat Pengetahuan Ibu tentang Diet Casein Free dan Gluten Free pada Anak Autis.', *Jurnal Online Mahasiswa FKP Universitas Riau*, 5 (2), pp. 677–682.
- Ozvoldik, K., Stockner, T. dan Krieger, E. (2023) 'YASARA Model-Interactive Molecular Modeling from Two Dimensions to Virtual Realities', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 63(20), pp. 6177–6182.
- Peng, X. *et al.* (2022) 'Structural basis for recognition of antihistamine drug by human histamine receptor', *Nature Communications*, 13(1), pp. 1–9.
- Pratama, A. B., Herowati, R. dan Ansory, H. M. (2021) 'Studi Docking Molekuler Senyawa Dalam Minyak Atsiri Pala (*Myristica fragrans* H.) Dan Senyawa Turunan Miristisin Terhadap Target Terapi Kanker Kulit', *Majalah Farmaseutik*, 17(2), pp. 233–242. doi: 10.22146/farmaseutik.v17i2.59297.
- Sachdeva, P. *et al.* (2022) 'Potential natural products for the management of autism spectrum disorder', *Ibrain*. Wiley-VCH Verlag, pp. 365–376. doi: 10.1002/ibra.12050.
- Santoso, B. (2019) *Re-Scoring Skor Grid Hasil Docking Molekuler Ligan Asli dari Protein Target T47D dan WiDr dengan Metode Skor GBSA-Hawkins-Zou dan Amber menggunakan Program DOCK6*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/337274484>.

- Savino, R. *et al.* (2023) 'The Emerging Role of Flavonoids in Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review', *Journal of Clinical Medicine*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), pp. 1–21. doi: 10.3390/jcm12103520.
- Shalehah, N., Suminar, T. dan Diana, D. (2023) 'Strategi Guru dalam Meningkatkan Keterampilan Sosial Anak Autistic Spectrum Disorder (ASD)', *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7 (5), pp. 5757–5766.
- Singh, S., Bani Baker, Q. dan Singh, D. B. (2021) 'Molecular docking and molecular dynamics simulation', in *Bioinformatics: Methods and Applications*. Elsevier, pp. 291–304. doi: 10.1016/B978-0-323-89775-4.00014-6.
- Thomas, S. D. *et al.* (2024) 'Alleviation of Autophagic Deficits and Neuroinflammation by Histamine H3 Receptor Antagonist E159 Ameliorates Autism-Related Behaviors in BTBR Mice', *Pharmaceuticals*, 17(10), pp. 1–23.
- Tu, M. *et al.* (2018) 'Advancement and prospects of bioinformatics analysis for studying bioactive peptides from food-derived protein: Sequence, structure, and functions', *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*. Elsevier B.V., pp. 7–17.
- Usui, N., Kobayashi, H. dan Shimada, S. (2023) 'Neuroinflammation and Oxidative Stress in the Pathogenesis of Autism Spectrum Disorder', *International Journal of Molecular Sciences*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), pp. 1–22.
- Vohora, D. dan Bhowmik, M. (2012) 'Histamine H3 receptor antagonists/ inverse agonists on cognitive and motor processes: Relevance to Alzheimer's disease, ADHD, schizophrenia and drug abuse', *Frontiers in Systems Neuroscience*, (OCTOBER 2012), pp. 1–27. doi: 10.3389/fnsys.2012.00072.
- Walensky, R. P. *et al.* (2023) 'Morbidity and mortality weekly report prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years-autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2020 Surveillance Summaries Centers for Disease' *MMWR Surveill Summ*, 72 (2), pp. 1–14.
- Wiantini, N. M. R. dan Laksmiani, N. P. L. (2023) 'Studi Potensi Senyawa Hesperidin dan Naringin Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai Agen Antiphotaging secara In Silico', *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi*, 1, pp. 268–282. doi: 10.24843/wsnf.2022.v01.i01.p22.
- Widiastuti, N. L. G. K. (2019) 'Pendidikan Sains Terintegrasi Keterkaitan Konsep Ikatan Kimia Dengan Berbagai Bidang Ilmu', *Jurnal Kajian Pendidikan Widya Accarya FKIP Universitas Dwijendra*, pp. 1–16.