

**STUDI PENAMBATAN FRAGMEN ANTIBODI scFv 9B1 SEBAGAI
KOMPONEN DIAGNOSTIK MORFIN BERBASIS AFINITAS**

SKRIPSI

**MUVIKA NURDIANTY
A242048**



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

**STUDI PENAMBATAN FRAGMEN ANTIBODI scFv 9B1 SEBAGAI
KOMPONEN DIAGNOSTIK MORFIN BERBASIS AFINITAS**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana farmasi

**MUVIKA NURDIANTY
A242048**



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

**STUDI PENAMBATAN FRAGMEN ANTIBODI SCFV 9B1 SEBAGAI
KOMPONEN DIAGNOSTIK MORFIN BERBASIS AFINITAS**

**MUVIKA NURDIANTY
A242048**

Oktober 2025

Disetujui oleh :

Pembimbing



Umi Baroroh, S.Si., M.Biotek.

Pembimbing



apt. Khairunnisa Sy, M.S.Farm

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

Skripsi ini dipersembahkan untuk kedua orang tua tercinta, sumber doa, kekuatan, dan kasih yang tulus tanpa akhir. Semoga Allah membalas segala pengorbanan dengan surga-Nya. "Wahai Tuhanku, kasihilah mereka sebagaimana mereka telah mendidikku waktu kecil" (QS. Al-Isra: 24). Juga untuk diri sendiri, sebagai pengingat bahwa setiap proses membutuhkan kesabaran dan keyakinan. "Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah keadaan pada diri mereka sendiri" (QS. Ar-Ra'd: 11)

ABSTRAK

Penyalahgunaan morfin sebagai salah satu narkotika golongan opioid masih menjadi tantangan besar dalam bidang kesehatan masyarakat dan penegakan hukum. Morfin dikenal sebagai analgesik kuat, tetapi penggunaannya yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kecanduan, overdosis, bahkan kematian. Oleh karena itu, diperlukan metode deteksi yang cepat, spesifik, dan sensitif untuk memantau penyalahgunaan zat ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi fragmen antibodi rekombinan scFv9B1 sebagai komponen diagnostik berbasis afinitas terhadap morfin dengan pendekatan *in silico*. Proses *molecular docking* dilakukan menggunakan perangkat lunak *AutoDock4*, dengan scFv9B1 sebagai reseptor dan enam ligan narkotika (morfin, kokain, tetrahydrocannabinol, amfetamin, metamfetamin, dan benzodiazepin) sebagai molekul uji. Hasil analisis menunjukkan bahwa morfin memiliki afinitas pengikatan paling kuat dengan nilai *binding energy* $-9,49$ kcal/mol dan konstanta inhibisi (K_i) sebesar 111,24 nM, dibandingkan ligan lain yang menunjukkan nilai *binding energy* lebih tinggi (kurang negatif) dan K_i pada kisaran mikromolar hingga puluhan mikromolar. Temuan ini menunjukkan bahwa scFv9B1 memiliki selektivitas yang tinggi terhadap morfin, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai komponen diagnostik yang lebih akurat. Penelitian lanjutan diperlukan melalui uji *in vitro* dan *in vivo* untuk mengonfirmasi hasil komputasi serta mengintegrasikan scFv9B1 ke dalam platform diagnostik cepat seperti biosensor atau *Lateral Flow Assay* (LFA). Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi dasar penting bagi pengembangan sistem deteksi morfin yang praktis, spesifik, dan efisien.

Kata Kunci: morfin, scFv9B1, antibodi rekombinan, *molecular docking*, diagnostik narkotika.

ABSTRACT

The misuse of morphine as an opioid narcotic remains a major challenge in public health and law enforcement. Morphine is known as a powerful analgesic, but its uncontrolled use can lead to addiction, overdose, and even death. Therefore, rapid, specific, and sensitive detection methods are needed to monitor the misuse of this substance. This study aims to evaluate the potential of the recombinant antibody fragment scFv9B1 as an affinity-based diagnostic component for morphine using an in silico approach. The molecular docking process was performed using AutoDock4 software, with scFv9B1 as the receptor and six narcotic ligands (morphine, cocaine, cannabis, amphetamine, methamphetamine, and benzodiazepine) as test molecules. The analysis results showed that morphine had the strongest binding affinity with a binding energy value of -9.49 kcal/mol and an inhibition constant (K_i) of 111.24 nM, compared to other ligands that showed higher binding energy values (less negative) and K_i in the micromolar to tens of micromolar range. These findings indicate that scFv9B1 has high selectivity for morphine, making it a potential candidate for development as a more accurate diagnostic component. Further research is needed through in vitro and in vivo testing to confirm the computational results and integrate scFv9B1 into rapid diagnostic platforms such as biosensors or Lateral Flow Assays. Thus, this study can serve as an important basis for the development of a practical, specific, and efficient morphine detection system.

Keywords: *morphine, scFv9B1, recombinant antibody, molecular docking, narcotics diagnostics.*

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 **“Studi Penambatan Fragmen Antibodi scFv 9B1 Sebagai Komponen Diagnostik Morfin Berbasis Afinitas”**.

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

Dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing Umi Baroroh, S.Si., M.Biotek dan apt. Khairunnisa Sy, M.S.Farm., atas ketulusan dalam memberikan bimbingan, inspirasi, dukungan moral, serta pengorbanan waktu yang sangat berharga. Dalam kesempatan yang istimewa ini, penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang mendalam 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.
3. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi.
4. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku dosen wali yang telah banyak membimbing, memberikan arahan dan juga nasihat selama melaksanakan perkuliahan.
5. Ibuku Yeti Asmara Dewi, S.E dan ayahku Sarpazian, S.Sos dan adikku Muhammad Fahri Syahidil yang selalu memberikan dukungan dan semangat sepenuh hati sedari awal sehingga Skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik.
6. Riyan Okta Akadam, terimakasih atas dukungan, semangat, serta telah menjadi tempat berkeluh kesah penulis sepanjang penyusunan Skripsi ini. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan penulis hingga saat ini.
7. Kepada seluruh teman seperjuangan Angkatan 24, terimakasih atas kebersamaan, dukungan, pertukaran ilmu, serta persahabatan yang tulus dan akan selalu penulis kenang.
8. Seluruh dosen, staf administrasi, serta seluruh karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia atas ilmu, pengalaman dan bantuan kepada penulis selama penelitian.

Dalam penulisan Skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam karya ini karena keterbatasan pengetahuan. Dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif untuk perbaikan di masa depan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandung, Oktober 2025
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KUTIPAN.....	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Narkotika	4
2.2 Obat-obat Narkotika	5
2.2.1 Morfin.....	5
2.2.2 Kokain	6
2.2.3 Benzodiazepin	6
2.2.4 Metamfetamin	7
2.2.5 Amfetamin.....	8
2.2.6 Tetrahydrocannabinol.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Deteksi Narkotika.....	9
2.4 <i>Single-Chain Fragment Variable</i> (scFv)	10
2.5 <i>Molecular Docking</i>	11
BAB III TATA KERJA.....	14
3.1 Alat	14
3.2 Bahan.....	14
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.3.1 Persiapan Reseptor Ligand.....	14
3.3.2 Validasi Metode	15
3.3.3 Penambatan Molekul Uji Terhadap Reseptor Target.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Analisis Penambatan Molekul.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Hasil Uji In silico	Error! Bookmark not defined.
4.3 Visualisasi Ligan dan Ikatan	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	34

5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Alur Penelitian Selanjutnya.....	345
DAFTAR PUSTAKA.....		356
LAMPIRAN.....		412

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Hasil Validasi Penambatan Molekul.....	18
4.2. Afinitas Pengikatan Morfin dan senyawa pembanding terhadap reseptor scFv9B1	18
4.3. Interaksi ikatan Ligan dan asam amino ligan uji terhadap reseptor scFv9B1	24
4.4. Visualisasi Interaksi antara Ligan dengan Reseptor scFv9B1	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Dua Model Molecular Docking (Zang L, et al., 2019)	12
Gambar 2. 2 Proses <i>Molecular Docking</i> (Zang L, et al., 2019).....	13
Gambar 4.1 Hasil Preparasi Reseptor scFv 9B1 dan Ref-Ligan	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Penambatan Molekuler	41
2. Alur Kerja Penelitian.....	44

DAFTAR PUSTAKA

- Aida, F. (2022). Perbandingan sampel urin dan saliva dalam deteksi metamfetamin: Keunggulan dan tantangannya. *Jurnal Toksikologi dan Analisis Biomedis*, 25(4), 213-220.
- American Herbal Pharmacopeia. (2020). *Cannabis sativa*: Karakteristik senyawa kimia dan penggunaannya dalam pengobatan. *American Herbal Pharmacopeia*, 18-25.
- Anis, M. (2019). Efek narkoba terhadap sistem saraf dan dampaknya pada tubuh: Depresan, stimulan, dan halusinogen. *Jurnal Psikofarmakologi Indonesia*, 14(3), 112-120.
- Asrina, A. (2018). Dampak penyalahgunaan ganja: Efek halusinasi, delusi, dan ketagihan pada pengguna. *Jurnal Psikologi dan Kesehatan Mental*, 24(3), 210-217.
- Amin, S., Ma'rifatillah, P. N. N., Permatasari, I., & Maryam, S. (2025). Eksplorasi Kimia Medisinal untuk Terapi Kolesterol Tinggi: Analisis Struktur-Aktivitas dan Target Molekuler Obat. *JURNAL RISET RUMPUN ILMU KESEHATAN*, 4(1), 109-121.
- Ayuningrum, M. (2021). *Studi in silico potensi antivirus senyawa limonoid tanaman mimba (Azadirachta indica A. Juss.) terhadap reseptor RdRp SARS-CoV-2 (7BV2)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Chairunisa, F., Safithri, M., Andrianto, D., Kurniasih, R., & Irsal, R. A. P. (2023). Molecular docking of red betel leaf bioactive compounds (*Piper crocatum*) as lipoxygenase inhibitor. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 10(2), 90-103.
- Chouvy, P.-A. (2019). Sejarah penggunaan ganja dalam pengobatan: Dari Rumania hingga Amerika Serikat. *Jurnal Sejarah Pengobatan*, 2-3.
- Dalimunthe, R. (2021). Metamfetamin: Penyalahgunaan, adiksi, dan dampaknya pada sistem saraf pusat. *Jurnal Psikologi dan Kesehatan Masyarakat*, 15(2), 98-104.
- Darmapatni, I. (2016). Pemrosesan sampel rambut untuk deteksi metamfetamin: Teknik pemisahan dan media yang tepat. *Jurnal Kimia Analitik*, 22(3), 108-115.
- Deltalia, S., et al. (2023). *Molecular docking*: Metode komputasi untuk memprediksi interaksi molekul kecil dengan target biologis. *Jurnal Farmasi dan Biologi Molekuler*, 14(2), 89-102.

- Dermawan, A., Hidayat, A. T., & Wulandari, E. (2019). *Molecular Docking of Brazilin from Secang Wood Plant (Caesalpinia sappan L.) as an Anti-Breast Cancer*. *Al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 11(1), 68–76
- Dewi, R., Prasetyo, H., & Putri, A. (2020). Benzodiazepine: Mekanisme, penggunaan, dan penyalahgunaannya dalam kasus toksikologi. *Jurnal Farmasi dan Psikotropika*, 22(4), 134-142.
- Dinata, D. I. (2024). Identification of angiotensin receptor blocker II ligands from Gotu Kola (*Centella asiatica* L.) extract: an *in silico* study. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 196-206.
- Elfita, L., Apriadi, A., Supandi, S., & Dianmurdedi, S. (2022). Studi Penambatan Molekuler dan Simulasi Dinamika Molekuler Senyawa Turunan Furanokumarin terhadap Reseptor Estrogen Alfa (ER- $\hat{I}\pm$) Sebagai Anti Kanker Payudara. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 9(3), 255-264.
- Fardhani, A. M., Mirza, D. M., & Sulistyowati, E. (2024). Simulasi Molecular Docking Aktivitas Antiinflamasi Rimpang Zingiber Officinale var. amarum pada Mediator Inflamasi PGD2 dan TXA2 pada Osteoarthritis. *Jurnal Kedokteran Komunitas (Journal of Community Medicine)*, 12(2).
- Febrianti, I. E., Fatmawati, Y., Neliana, I. R., Sawitri, W. D., Narulita, E., & Sugiharto, B. (2023). Produksi Antibodi Poliklonal Menggunakan Protein Rekombinan RBD-spike Untuk Deteksi SARS-CoV-2. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 16(2), 336-346.
- Firmansyah, F., & Ridhay, A. (2025). Karakteristik Struktur Elektronik Kompleks Ruthenium Dengan Ligand Bipiridin Dan Bispidin: Studi Komputasi Kimia Sebagai Fotosensitizer Dalam Dssc. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 8(1), 1-8.
- Foxcroft, D. R. (2007). *Alcohol misuse prevention for young people: A rapid review of recent evidence*. Oxford Brookes University.
- Gretton, S. A., He, Q., & O'Connor, S. (2013). *Glucuronidation of morphine by UGT enzymes: Metabolic pathways and their implications*. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 346(2), 245-252.
- Gonzalez, M. L. R., dan Del Rivero Antigua, M. A. (2021). Reviewing the experimental and mathematical factors involved in tight binding inhibitors Ki values determination: The bi-functional protease inhibitor SmCI as a test model. *Biochimie*, 181, 86-95.
- Husen, F., Ratnaningtyas, N. I., & Khasanah, N. A. H. (2025). Aktivitas Hesperidin dan Quercetin Ekstrak Ganoderma lucidum Sebagai Inhibitor Poly (ADP-ribose) Polymerase (PARP) Dalam Mencegah DNA Repair Pada Breast Cancer: *In silico* (4UND). *Jurnal Bina Cipta Husada: Jurnal Kesehatan Dan Science*, 21(2), 22-35.

- Indriati, R. (2015). Pemeriksaan amfetamin dalam urin: Tantangan dan teknik deteksi pemalsuan. *Jurnal Forensik dan Toksikologi*, 17(2), 88-95.
- Jarre, S. (2022). *Sintesis, Studi Docking Molekular Dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Logam Esensial Fe (Ii) Dan Mn (Ii) Yang Direaksikan Dengan Prolinditiokarbamat Serta Uji Aktivitasnya Sebagai Antikanker Payudara (Mcf-7)= Synthesis, Molecular Docking Study And Characterization Of Essential Metal Compounds Reacting Fe (Ii) And Mn (Ii) With Prolinedithiocarbamate And Testing The Activity As Breast Anticancer (Mcf -7)* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Klara, I. K., Purwono, R. M., & Achmadi, P. (2023). Analisis *in silico* senyawa Flavonoid kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) pada reseptor α -Amilase sebagai Antihiperglikemik. *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 11(3), 210-219.
- Khan, A., Ali, M., & Khan, S. (2019). *Application of single-chain variable fragment (scFv) antibodies in detection systems for morphine abuse. Journal of Immunological Techniques*, 45(2), 123-135.
- Kitchen, D. B., Decornez, H., Furr, J. R., & Bajorath, J. (2004). Docking and scoring in virtual screening for drug discovery: methods and applications. *Nature Reviews Drug Discovery*, 3(11), 935–949.
- Kibtyah, M. (2015). Efek samping dan gejala putus kokain: Dampak penggunaan kokain pada kinerja kognitif dan kesehatan mental. *Jurnal Psikiatri dan Penyalahgunaan Narkoba*, 28(3), 142-150.
- La Ode Sumarlin, M. S. (2023). *BIOKIMIA: Dasar-dasar biomolekul dan konsep metabolisme*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Li, J., Wang, Y., Zhao, X., & Xu, Z. (2023). *Development and validation of a lateral flow immunoassay for the detection of small molecule drugs in biological samples. Biosensors and Bioelectronics*, 232, 115378.
- Lengauer, T., & Rarey, M. (1996). Computational methods for biomolecular docking. *Current Opinion in Structural Biology*, 6(3), 402–406.
- Liu, C., Liu, J., Wang, Y., Zhang, Y., & Liu, Q. (2018). *Lateral flow immunoassay for detection of 6-monoacetylmorphine in oral fluid using gold nanoparticles. Scientific Reports*, 8, 12310.
- Lubis, F. (2022). Metamfetamin: Karakteristik, penyalahgunaan, dan dampaknya pada sistem saraf pusat. *Jurnal Psikotropika Indonesia*, 19(3), 120-127.
- Migunani, S., & Melisa, R. (2014). Morfin: Analgesik opium dan biosintesisnya. *Jurnal Farmasi dan Biokimia*, 29(2), 78-84.
- Morris, G. M., & Lim-Wilby, M. (2008). Molecular docking. In *Molecular Modeling of Proteins* (pp. 365–382). Humana Press.

- Morris, G. M., et al. (2009). *AutoDock and AutoDock Vina: Perangkat lunak untuk molecular docking dan prediksi afinitas pengikatan ligan-protein. Journal of Computational Chemistry*, 30(16), 2785-2791.
- Muhajir, M., Wahyudi, S. T., & Suryadi, H. (2012). Desain dan ekspresi fragmen antibodi *single-chain variable fragment* (scFv) dalam sistem prokariotik. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 7(2), 89–96.
- Nursehang, N. (2024). *Perbandingan Dried Blood Spot (Dbs) Dan Sampel Serum Dalam Mengukur Seroprevalensi Dengue Pada Komunitas Dewasa Sehat Di Kota Makassar Indonesia* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Puspita, P. J., Alimah, S. N., Ambarsari, L., & Wahyuni, R. N. (2023). Inhibisi enzim α -glukosidase oleh senyawa flavonoid daun kelor (*Moringa oleifera*) *in silico* dan *in vitro*. *Current Biochemistry*, 10(2), 62-73.
- Pangaribuan, A. (2024). Perdebatan global tentang ganja: Kontroversi, politik, dan dampaknya pada penyalahgunaan dan sistem peradilan. *Jurnal Sosial dan Hukum*, 11(4), 134-142.
- Pathan, H., & Williams, J. (2012). *Basic opioid pharmacology: An update. British Journal of Pain*, 6(1), 11–16.
- Putri, A. A., Bachtiar, Z., Pratiwi, D. F., & Khotimah, H. (2025). Analisis *In silico* Interaksi Enzim Esterase dari *Enterobacter* terhadap Berbagai Turunan Paraben sebagai Kajian Awal Potensi Biodegradasi. *Greensphere: Journal of Environmental Chemistry*, 5(1), 30-36.
- Qudsi, I., & Jatmiko, D. (2016). Morfin: Analgesik opioid kuat dan pengaruhnya terhadap pengelolaan nyeri. *Jurnal Farmasi dan Kedokteran*, 34(1), 56-62.
- Qriouet, Z., Cherrah, Y., Sefrioui, H., & Qmichou, Z. (2021). Monoclonal antibodies application in lateral flow immunochromatographic assays for drugs of abuse detection. *Molecules*, 26(4), 1058.
- Rafeeq, M. M. (2022). *Comparative Docking Analysis of Tyrosine Kinase Inhibitors with HER2 and HER4 Receptor Receptors: In silico Molecular Docking. Journal of Pharmaceutical Research International*, 34(1), 1–10.
- Riyanto, A., Setiawan, M., & Fadilah, N. (2024). Kokain: Efek psikis dan fisik serta dampaknya terhadap kesehatan tubuh. *Jurnal Kedokteran dan Farmasi*, 42(1), 89-97.
- Rodarte, J. V., Baehr, C., Hicks, D., Liban, T. L., Weidle, C., Rupert, P. B., Jahan, R., Wall, A., McGuire, A. T., Strong, R. K., Runyon, S., Pravetoni, M., & Pancera, M. (2023). *Structures of drug-specific monoclonal antibodies bound to opioids and nicotine reveal a common mode of binding. Structure*, 31(1), 20–32.e5.

- Rena, S. R., Nurhidayah, N., & Rustan, R. (2022). Analisis molecular docking senyawa *Garcinia mangostana* L sebagai kandidat anti SARS-COV-2. *Jurnal Fisika Unand*, 11(1), 82-88.
- Rodrigues, C. H., Hernández-González, J. E., Pedrina, N. J., Leite, V. B., & Bruni, A. T. (2021). *In silico* Evaluation of Cucurbit [6] uril as a Potential Detector for Cocaine and Its Adulterants Lidocaine, Caffeine, and Procaine. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 32(4), 800-810.
- Salamah, A., Yusuf, F., & Prasetyo, R. (2022). Penyalahgunaan narkotika dan psikotropika di kalangan generasi muda: Dampak dan upaya pencegahan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 38(1), 45-58.
- Setiawan, H., & Irawan, M. I. (2017). Teknik *molecular docking* dalam penemuan obat: Penggunaan untuk menyaring senyawa, memahami interaksi molekuler, dan memprediksi efek toksik. *Jurnal Penemuan Obat*, 10(3), 45-58.
- Suriyeni, D., Mukarromah, Z., Ridho, M. R., & Ridho, M. A. (2024). Eksplorasi Molecular Docking Senyawa Flavonoid *Orthosiphon stamineus* B. Reseptor Enzim Siklooksigenase (COX) Sebagai Antiinflamasi. *Blantika: Multidisciplinary Journal*, 2(8).
- Susanto, F. H., Azkiyah, S. Z., Subagyo, D. L., & Yanuar, M. R. S. (2025). Penambatan Molekuler Senyawa Ekstrak Etanol Daun Jawer Kotok (*Coleus atropurpureus* L. Benth) sebagai Antagonis Reseptor COX-2. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 6(2), 126-139.
- Tassew, G. W., et al. (2013). Fragmen scFv: Pengembangan dan aplikasi dalam terapi dan diagnostik penyakit. *Jurnal Bioteknologi dan Biologi Molekuler*, 11(2), 134-147.
- Triswara, A. (2017). Amfetamin: Penggunaan terapeutik dan dampaknya terhadap gangguan mental. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 35(3), 198-206.
- Trott, O., & Olson, A. J. (2010). *AutoDock Vina: Improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading*. *Journal of Computational Chemistry*, 31(2), 455–461.
- Volkow, N. D., Benveniste, H., & McLellan, A. T. (2018). *Use and misuse of opioids in chronic pain*. *Annual Review of Medicine*, 69, 451–465.
- Wang, J.-Z., et al. (2020). Deteksi narkotika menggunakan metode *Lateral Flow Assay* (LFA): Kecepatan, kemudahan, dan efektivitas dalam identifikasi zat terlarang. *Jurnal Teknologi dan Deteksi Narkotika*, 15(2), 122-135.
- Wiraagni, R., Setiawan, D., & Pramono, E. (2019). Penyalahgunaan amfetamin di kalangan pecandu: Kasus, dampak, dan solusi rehabilitasi. *Jurnal Psikiatri dan Kesehatan Masyarakat*, 21(2), 115-123.

- World Health Organization. (2018). World health statistics 2018: Monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. World Health Organization.*
- Wijayanti, P. M., Muthalib, A., Dewi, C., & Isrul, M. (2024). Permodelan Farmakofor Remdesivir dan Skrining Virtual dari Basis Data Senyawa Bahan Alam Sebagai Inhibitor SARS-CoV-2. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(5), 282-293.
- Yuwanda, A. (2023). Sintesis senyawa amfetamin dan penggunaannya dalam pengobatan ADHD dan narkolepsi. *Jurnal Farmasi dan Biokimia Klinis*, 30(1), 50-58.
- Zang, L., et al. (2019). Model gembok dan kunci serta model kecocokan yang diinduksi dalam *molecular docking*. *Jurnal Biokimia dan Biologi Molekuler*, 15(2), 112-120.