

## STUDI MOLECULAR DOCKING SENYAWA QUERCETIN SEBAGAI ANTIOKSIDAN

Eka Putri Wiyati<sup>1</sup>, Ijazati Alfitroh<sup>2</sup>, Tika Hardina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu

<sup>1</sup> ekaputriwiyati@gmail.com

### ABSTRAK

Antioksidan merupakan salah satu komponen senyawa bioaktif yang memegang peranan penting dalam melawan radikal bebas. Buah raspberry (*Rubus idaeus*) merupakan sumber antioksidan berperan dalam meningkatkan respon imun melalui mekanisme penghambatan patogen, senyawa flavonol paling sering dijumpai dalam buah berry diantaranya quercetin, myricetin serta kaempferol, sementara flavanol meliputi senyawa katekin, epikatekin, galocatechin serta epigallocatechin. Studi docking molekuler ini bertujuan untuk mengkaji quercetin yang terkandung pada buah raspberry (*Rubus idaeus*) sebagai antioksidan dengan menggunakan reseptor uji kode 41QK, 5CGJ, 5FIW dan 1CXP menggunakan Biovia Discovery Studio dan AutoDock Vina memberikan hasil berupa nilai energi afinitas (kkal/mol) yang merepresentasikan interaksi antara ligan dan reseptor. Reseptor menunjukkan ikatan dengan nilai berkisar -8 hingga -11 yang dimana semakin negatif semakin kuat interaksi ligannya, nilai tersebut diperoleh pada reseptor 5CGJ. Sehingga hasil yang diperoleh menunjukkan adanya potensi aktivitas antioksidan.

**Kata Kunci :** Antioksidan, Buah Raspberry (*Rubus idaeus*), Quercetin.

### PENDAHULUAN

Tanaman obat merupakan salah satu bagian dari komoditas hortikultura yang memegang peranan penting dalam memproduksi suatu senyawa bioaktif salah satunya antioksidan (Maya Puspitasari *et al.*, 2025). Antioksidan merupakan salah satu komponen senyawa bioaktif yang memegang peranan penting dalam melawan radikal bebas sebagai penyebab berbagai penyakit degeneratif (Pamungkas *et al.*, 2025). Antioksidan merupakan senyawa berkemampuan dalam menangkal molekul radikal bebas dalam jumlah berlebih yang

dapat memicu efek patologis. Fungsi antioksidan diantaranya dapat menetralkan senyawa radikal bebas dan mencegah terbentuknya reaksi berantai (Kausar *et al.*, 2023).

Kandungan antioksidan banyak terdapat juga pada buah raspberry (*Rubus idaeus*), merupakan tumbuhan liar dan biasanya buah tersebut dinikmati langsung dalam keadaan segar tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu, buah tersebut termasuk ke dalam jenis buah beri yang memiliki ukuran kecil serta tersebar luas di daerah beriklim subtropis. Buah raspberry (*Rubus idaeus*) merupakan sumber antioksidan yang dapat

melawan patogen di dalam tubuh untuk menjaga sistem kekebalan serta selain berfungsi sebagai antioksidan dalam menangkal radikal bebas, kandungannya meliputi antioksidan yang termasuk kelompok flavonoid dan dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami pangan pada kondisi asam. Flavonoid berperan penting dalam mempertahankan imunitas tubuh, sedangkan pigmen antosianin dalam buah raspberry berkontribusi terhadap variasi warna merah hingga biru pada bunga, daun dan buah (Fanshuri & Al, 2021).

Jenis berry dengan kandungan antioksidan pada tanaman tersebut tercatat empat kali lipat lebih besar daripada buah non-berry, sepuluh kali lipat lebih besar dibandingkan sayuran dan empat puluh kali lipat lebih besar daripada sereal. Tanaman ini juga memiliki kelebihan berupa periode panen yang singkat. Teknik budidaya yang sederhana, serta produktivitas yang berlangsung sepanjang tahun (Lebedev *et al.*, 2019). Antosianin termasuk kedalam pigmen alami yang tergolong senyawa flavonoid, berperan memberikan warna merah hingga biru yang banyak ditemukan pada jenis buah seperti dari berry (Tensiska *et al.*, 2007).

Buah berry mengandung beragam senyawa bioaktif seperti asam fenolik, flavonol, flavanol, proantosianidin, stilbene dan tannin dalam jumlah tinggi. Jenis tannin dapat terhidrolisis seperti ester asam galat dan asam ellagic, yang banyak ditemukan pada buah strawberry, raspberry serta blackberry. Flavonol paling sering dijumpai dalam buah berry diantaranya quercetin, myricetin serta kaemferol, sementara flavanol meliputi senyawa katekin, epikatekin, gallocatechin serta epigallocatechin. Pada antosianin merupakan jenis flavonoid utama terkandung dalam buah berry (Lavefve *et al.*, 2020). Potensi quercetin sebagai antioksidan dapat dilakukan dengan docking molekuler, yang dimana merupakan metode komputasi dalam memprediksi apakah senyawa tersebut mempunyai aktifitas yang berkaitan dengan kesehatan manusia (Chigurupati *et al.*, 2021). Percobaan docking molekuler ini untuk melihat potensi quercetin sebagai antioksidan dengan 41QK, 5CGJ, 5FIW dan 1CXP.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat**

Perangkat keras pada penelitian ini menggunakan notebook dengan

prosesor Intel Inside dan system operasi Windows 10, yang dimana programnya meliputi AutoDock Vina, AutoDock Tools, serta Biovia Discovery Studio digunakan dalam proses docking untuk mempersiapkan protein serta ligan pada system operasi windows 10.

### **Bahan**

Pada penelitian ini senyawa yang diaplikasikan yaitu metabolit skunder flavonoid quercetin download disitus PubChem <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> yang memiliki nama IUPAC 2-(3, 4-dihydroxyphenyl)-3, 5, 7-trihydroxychromen-4-one. Untuk target reseptor struktur 3D kristal yang digunakan analisis molecular docking diperoleh dari Protein Data Bank (PDB) disitus <https://www.rcsb.org> dengan kode 4IQK, 5CGJ, 5FIW dan 1CXP dapat dilihat pada gambar 1.

### **Cara Kerja**

#### **Preparasi Ligan dan Reseptor**

Pada studi ini untuk struktur senyawa uji metabolit skunder flavonoid yaitu quercetin buah raspberry (*Rubus idaeus*) dapat didownload dari situs <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> download senyawa 3D conformer, kemudian file disimpan dalam bentuk SDF. Lalu dipreparasi dengan

menggunakan aplikasi Biovia Discovery Studio, setelah selesai dipreparasi simpan dalam bentuk file Protein Data Bank (PDB). Selanjutnya dipreparasi kembali menggunakan aplikasi AutoDock Vina dan disimpan dalam bentuk file pdbqt sebagaimana tersaji pada gambar 2.

Pada reseptor yang direncanakan untuk digunakan yaitu dengan target berupa kode 4IQK, 5CGJ, 5FIW dan 1CXP yang dapat diakses dari situs <https://www.rcsb.org/> file disimpan format Protein Data Bank (PDB), target yang digunakan merupakan human Keap 1 Kelch domain dengan kode 4IQK, sedangkan untuk meningkatkan ekspresi gen antioksidan dengan kode 5CGJ, Myeloperoxidase (MPO) enzim pro oksidatif neutrofil manusia dengan kode 1CXP dan 5FIW yang dimana flavonoid (quercetin) diuji sebagai inhibitor MPO untuk mengurangi pembentukan ROS; struktur MPO cocok untuk modelling pengikatan ligan. Selanjutnya file dipreparasi (menghilangkan ikatan ligan serta molekul yang lainnya) dengan menggunakan aplikasi Biovia Discovery Studio dan simpan dalam bentuk file Protein Data Bank (PDB), selanjutnya dipreparasi kembali pada aplikasi AutoDock Vina, setelah

selesai preparasi file simpan dalam bentuk pdbqt dapat dilihat pada gambar 2.

### **Docking dan Analisa Data**

Pada hasil reseptor dan ligan yang telah dipreparasi yang disimpan dalam bentuk file pdbqt, selanjutnya melakukan Docking Molekuler menggunakan aplikasi AutoDock Vina dengan pengaturan parameter GridBox (gambar 3). Penentuan koordinat GridBox menyesuaikan koordinat ko-kristal ligand dan reseptor saling berikatan. Hasil dari ikatan GridBox dengan nilai X, Y dan Z disimpan dinotepad dengan file config, selanjutnya dilakukan running pada Commad Prompt. Pada hasil Commad Prompt dianalisis kembali pada aplikasi Biovia Discovery Studio.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini menggunakan ligan quercetin yang dimana merupakan kandungan pada buah raspberry (*Rubus idaeus*), hasil penelitian dari Gülçin *et al.*, (2011) bahwa buah buah raspberry (*Rubus idaeus*) terdapat kandungan quercetin, penelitian Wu *et al.*, (2019) ekstrak raspberry (*Rubus idaeus*) menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat serta efek penghambatan pada enzim

pencernaan dan berpotensi mencegah kerusakan oksidatif. Sedangkan pada penelitian Ciric *et al.*, (2018) meneliti beberapa buah berry yang dimana salah satu sampelnya yaitu buah raspberry (*Rubus idaeus*) dengan hasil memiliki kandungan flavonoid dan antosianin, dengan menggunakan metode RP-HPLC pemisahan flavonoid dengan hasil yang terdiri dari quersetin, rutin, luteolin-7-0-glukosa, kaemferol dan juga hasil evaluasi aktivitas antioksidan dengan hasil menunjukkan aktivitas yang baik pengujian dengan menggunakan metode DPPH dan ABTS.

Senyawa metabolit sekunder dari flavonoid yaitu salah satunya quercetin yang dimana senyawa berasal dari tanaman maupun buah-buahan. Senyawa tersebut juga sering digunakan banyak peneliti berupaya membuktikan potensi tersebut melalui metode komputasi yang dimana menggunakan target reseptor dan ligan dengan metode docking molekuler (Amin *et al.*, 2024). Pada Docking Molekul kali ini persiapan untuk reseptor 41QK, 5CGJ, 5FIW dan 1CXP dapat didownload tersedia pada website <https://www.rcsb.org/> lalu simpan dalam format PDB, sedangkan pada ligan quercetin dapat diakses

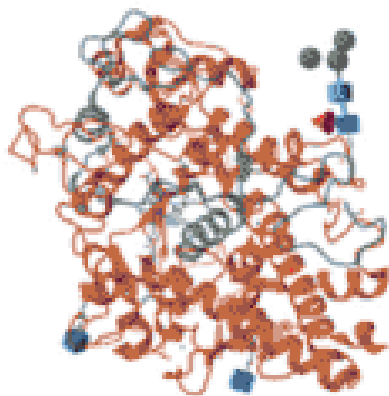
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>  
simpan dalam format 3D conformer  
SDF terilustrasi pada gambar 1 (a dan  
b).



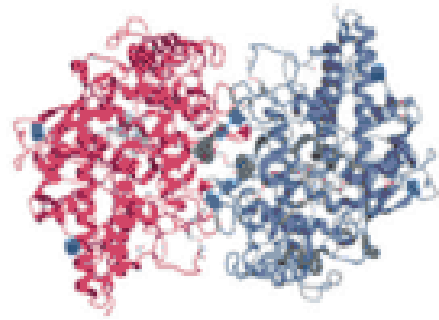
a. 41QK



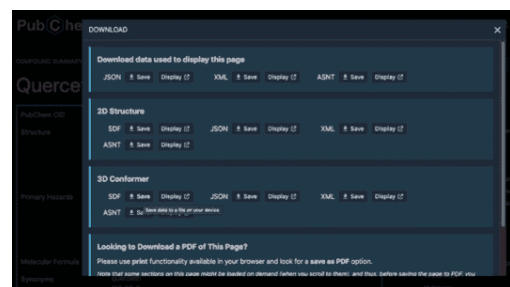
b. 5CGJ



c. 5FIW



d. 1CXP



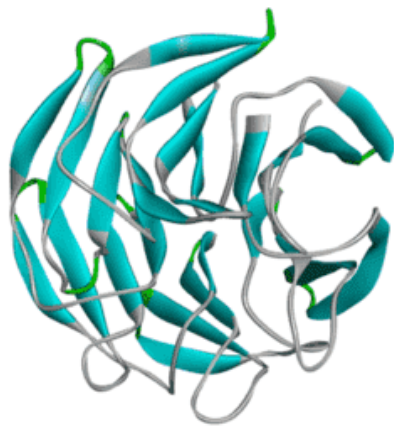
e. quercetin

**Gambar 1. (a. 41QK, b. 5CGJ, c. 5FIW, d. 1CXP) PDB (Protein Bank Data), (e) quercetin Pubchem 3D Conformer**

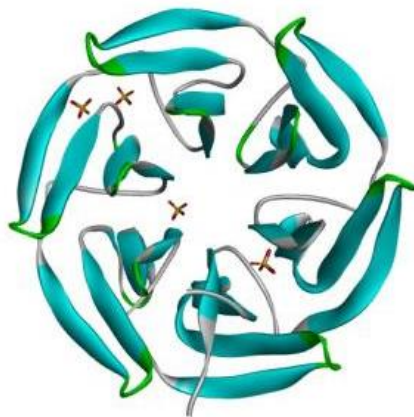
### a. Preparasi Ligan dan Reseptor

Pada proses preparasi ligan dan reseptor dilakukan untuk menghilangkan residu-residu yang berikatan. Pemisahan dari protein beserta ligan alaminya digunakan untuk menyediakan lokasi pengikat yang memungkinkan ligan uji berinteraksi dengan reseptor protein (Rastini, et. al, 2022). Proses preparasi reseptor 41QK, 5CGJ, 5FIW dan 1CXP serta ligan quercetin pada aplikasi perangkat lunak Biovia Discovery Studio (gambar 2). Secara umum struktur protein dalam format (Protein Bank Data) PDB mencakup molekul pelarut air serta

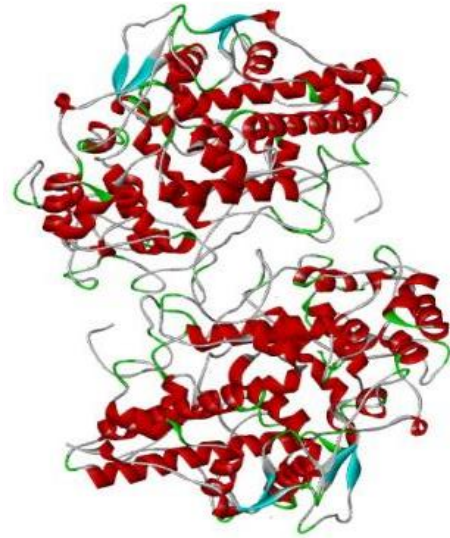
residu lainnya, sehingga molekul tersebut perlu penghapusan agar tidak menimbulkan gangguan pada proses docking serta memastikan interaksi yang diamati terbatas pada ligan dan reseptor (Wiyati et al., 2025). Hasil preparasi reseptor dan ligan pada aplikasi data yang diperoleh melalui Biovia Discovery Studio disimpan sebagai file PDB yang dimana hasil preparasi tersebut akan dilakukan dengan menggunakan AutoDock Vina.



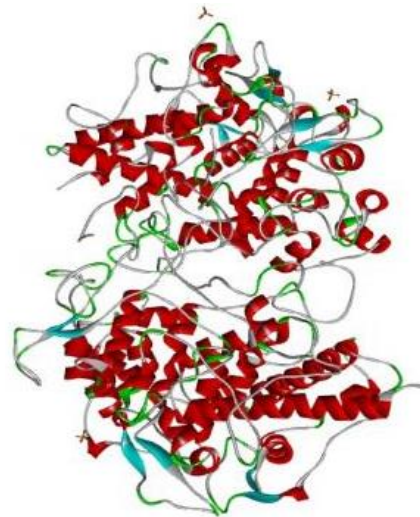
**a. 41QK**



**b. 5CGJ**



**c. 5FIW**



**d. 1CXP**

**Gambar 2. (a. 41QK, b. 5CGJ, c. 5FIW, d. 1CXP) PDB (Protein Bank Data)**

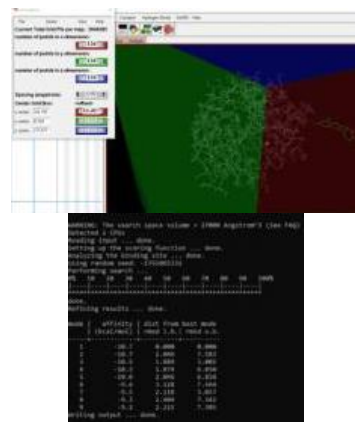
### **Docking dan Analisa Data**

Pada proses docking molekul yang akan digunakan yaitu hasil reparasi dari aplikasi Biovia Discovery Studio yang di simpan dalam format PDB, begitu juga dengan reseptor yang akan digunakan, hasil reparasi dapat dilihat pada gambar 2. Hasil dari preparasi kemudian dilakukan pengujian ligan uji quercetin dengan

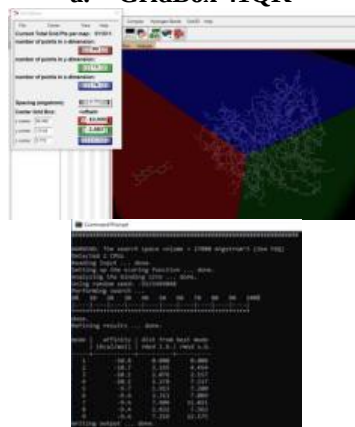
reseptor 41QK, 5CGJ, 5FIW dan 1CXP proses penambatan menggunakan AutoDock Vina, selanjutnya pengaturan GridBox pada masing-masing reseptor.

Gridbox berperan dalam mendefinisikan daerah reseptor untuk proses docking melalui acuan koordinat X, Y dan Z senyawa pembeding, sehingga memungkinkan analisis konformasi energi ligan (Sari et al., 2020). GridBox akan menghasilkan nilai X, Y dan Z yang dimana telah mencangkup seluruh bagian dapat dilihat pada gambar 3. Hasil docking dari aplikasi AutoDock Vina dihasilkan berkas config.txt, yang dimana dimensi pusat ditentukan oleh GridBox. Senyawa quercetin dengan reseptor 41QK tercatat memiliki energi bebas ikatan pada kisaran -9,2 hingga -10,7 kcal/mol, pada reseptor 5CGJ dengan nilai -9.4 hingga -10.8 kcal/mol, reseptor 5FIW dengan ikatan energi -8.9 sampai -9.8 kcal/mol, dan reseptor 1CXP memiliki nilai -8.7 sampai -9.9 kcal/mol. Penelitian Ivanova & Karelson, 2022 yang dimana nilai binding affinity semakin negatif semakin kuat interaksi ligan dengan reseptor pada nilai -10 kcal/mol sangat kompetitif, energi ikatan ligan terbaik

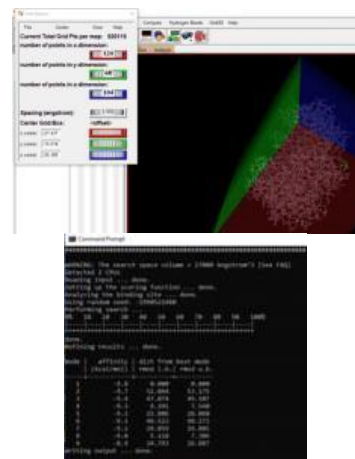
berasa dalam rentan -8.0 hingga -11.71 kcal/mol.



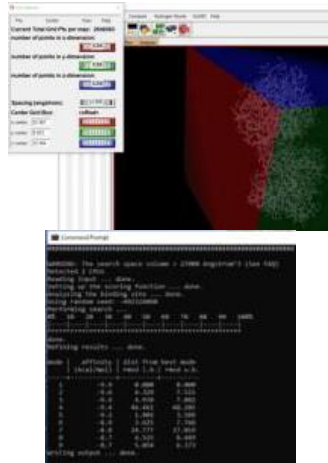
**a. GridBox 41QK**



**b. GridBox 5CGJ**



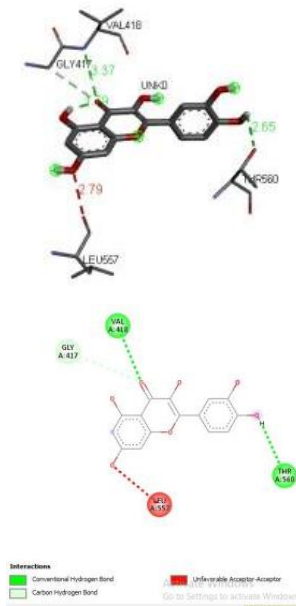
**c. GridBox 5FIW**



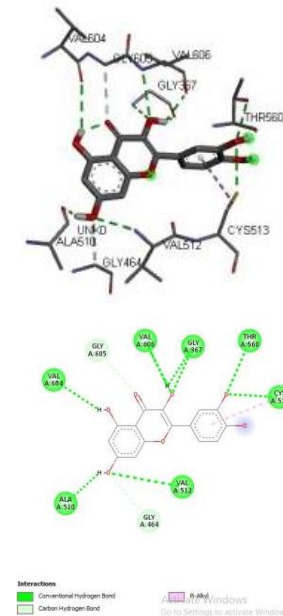
d. GridBox 1CXP

Gambar 3. GridBox Ligan Quercetin dan Reseptor (a,b,c,d)

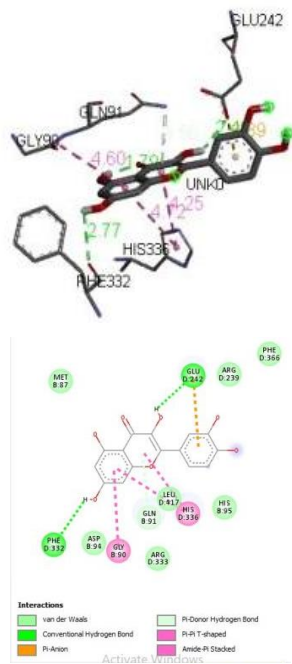
Hasil dari config.txt pada Commad Prompt dalam bentuk file ligand.out.txt yang kemudian dapat dianalisis pada aplikasi Biovia Discovery Studio untuk melihat ikatan ataupun interaksi senyawa. Interaksi antar analisis ligan-reseptor dilakukan melalui penilaian kekuatan ikatan, sebagaimana ditunjukkan oleh energi *binding affinity*, hasil ikatan dapat dilihat pada gambar 4.



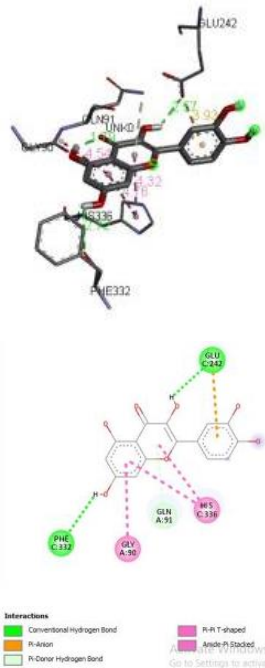
a. Ikatan Reseptor 41QK dan quercetin



b. Ikatan Reseptor 5CGJ dan quercetin



c. Ikatan Reseptor 5FIW dan quercetin



d. Ikatan Reseptor 1CXP dan quercetin

Gambar 4. Ikatan Reseptor Dan Ligan (a,b,c,d)

Visualisasi dan analisis interaksi dari hasil docking dilakukan untuk melihat ikatan atau interaksi antara ligan dan reseptor. Area ikatan (binding site) adalah daerah di mana

ketika protein berikatan dengan ligan, hal ini dapat memengaruhi struktur konformasi dan fungsi protein. Situs pengikatan menampilkan residu-residu asam amino penting yang mungkin terbentuknya interaksi dengan ligan, seperti melalui ikatan hidrogen, interaksi non-polar, maupun interaksi elektrostatis, serta ikatan lainnya (Chigurupati et al., 2021).

Hasil Docking Molekul reseptor 4IQK, adanya ikatan VAL A:418 bisa disebut valine yang dimana residu hidrofobik dengan ikatan van der Waals dengan cincin aromatik dan ikatan GLY A:417 disebut dengan glycine yang dimana menjadi donor untuk interaksi hidrogen dengan gugus hidroksil atau karbonil ligan. LEU A:557 dengan nama lain leucine merupakan hidrofobik kurang lebihnya sama dengan VAL A:418, dan terakhir THR A:560 atau threonine mengandung gugus -OH sebagai donor atau akseptor H-bond. Dari hasil ikatan yang ada sehingga dapat dinyatakan berikatan kuat dan potensi menghambat interaksi KEAP1-NRF2, dimungkinkan dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada quercetin dan reseptor 4IQK memiliki energi bebas ikatan sebar -9.2 hingga -10.7 kcal/mol dapat dilihat pada gambar 4,

sehingga senyawa tersebut memperlihatkan interaksi kuat dengan reseptor.

Pemilihan reseptor 4IQK yang dimana reseptor tersebut merupakan faktor transkripsi NRF2 (nuklir eritroid 2-related factor 2) dan regulator negatif utamanya KEAP1, salah satu protein yang dikenal sebagai ECH-associated protein (*erythroid cell-derived protein with CNC homology*) merupakan sistem antioksidan yang diatur secara ketat, dengan peran kunci dalam respons terhadap OS dan pemeliharaan homeostasis redoks. KEAP1 bertindak sebagai sensor OS untuk mengatur pergantian NRF2 dalam sel atau tubuh, sementara aktivasi NRF2 menyebabkan produksi zat antioksidan dan detoksifikasi yang menurunkan OS (Bono et al., 2021).

Pada reseptor 5CGJ menghasilkan ikatan GLY A:367, GLY A:464, GLY A:605 merupakan glycine backbone yang dimana menyediakan donor (backbone N-H atau C=O), sedangkan VAL A:512, VAL A:606 ialah residu hidrofobik untuk kontak atau ikatan dengan non-polar yang memiliki cincin aromatik serta alkil. Ikatan CYS A:513 memberikan kontak van-der-waals, THR A:560 mampu mendonorkan atau akseptor H-bond.

Menggunakan reseptor 5CGJ yang dimana pada penelitian Jiang et al., 2015 jalur Keap1–NRF2–ARE memiliki peran penting dalam melindungi sel dari stres oksidatif, yang berkontribusi terhadap berbagai penyakit manusia, yang telah ditemukan hingga saat ini dan mungkin bermanfaat dalam banyak indikasi klinis.

Reseptor 5FIW menghasilkan ikatan GLU D:242 (glutamat) sebagai akseptor H-bond, HIS D:336 (histidin) dan GLN B:91 (glutamin) merupakan donor atau akseptor H-bond serta memiliki cincin aromatik. GLY B:90 (glycine) memiliki backbone N-H atau C=O yang menjadi donor ataupun akseptor H-bond, PHE D:332 (fenilalanin) yang memiliki cincin aromatik serta kontak hidrofobik (van der waals) pada bagian non polar. Pada penelitian Annapurna et al., 2013 aktivitas penghambatan Que terhadap MPO juga tampaknya memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh reperfusi otak iskemik pada tikus. Cedera reperfusi dikaitkan dengan ketidakseimbangan stres oksidatif dan sistem pertahanan antioksidan, Que memperbaiki perkembangan penyakit dengan mengurangi ROS terkait MPO. Yang dimana pada reseptor ini

merupakan salah satu yang bisa digunakan untuk docking yang berkaitan dengan manusia. Reseptor 1CPX dengan quercetin menghasilkan PHE A:332 (fenilalanin) terdapat hidrofobik, GLY A:90 (glycine) yang dimana menjadi donor dan akseptor H-bond, GLN A:91 (glutamin) dan HIS C:336 (histidin) menjadi donor ataupun akseptor H-bond, GLU C:242 (glutamat) sebagai akseptor H-bond. Pada reseptor ini memiliki ikatan dengan ligan.

## KESIMPULAN

Hasil docking senyawa quercetin dengan reseptor 41QK, 5CGJ, 5FIW dan 1CXP menunjukkan adanya pembentukan ikatan. Hal ini mengindikasikan bahwa berpotensi sebagai antioksidan, yang dimana nilai binding affinity semakin negatif semakin kuat interaksi ligan dengan reseptor, energi ikatan ligan terbaik berada dalam rentan -8.0 hingga -11.71 kcal/mol. Hasil yang didapatkan berkisar -8 hingga -10.

## DAFTAR PUSTAKA

Amin, S., Wihdatunnisa, I., Aisyah, R., & Kurniawan, Y. S. (2024). Potensi Senyawa Kuersetin sebagai Antikanker Payudara melalui Pendekatan Molecular Docking.

*Jurnal Ilmu Medis Indonesia*, 4(1), 41–51.

<https://doi.org/10.35912/jimi.v4i1.4565>

Annapurna, A., Ansari, M. A., & Manjunath, P. M. (2013). Partial role of multiple pathways in infarct size limiting effect of quercetin and rutin against cerebral ischemia-reperfusion injury in rats. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 17(4), 491–500.

Bono, S., Feligioni, M., & Corbo, M. (2021). Impaired antioxidant KEAP1-NRF2 system in amyotrophic lateral sclerosis: NRF2 activation as a potential therapeutic strategy. *Molecular Neurodegeneration*, 16(1), 1–26. <https://doi.org/10.1186/s13024-021-00479-8>

Chigurupati, S., Alharbi, F. S., Almahmoud, S., Aldubayan, M., Almoshari, Y., Vijayabalan, S., Bhatia, S., Chinnam, S., & Venugopal, V. (2021). Molecular docking of phenolic compounds and screening of antioxidant and antidiabetic potential of *Olea europaea* L. Ethanolic leaves extract. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(11), 103422. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103422>

Ciric, A., Jelikic-Stankov, M., Cvijovic, M., & Djurdjevic, P. (2018). Statistical optimization of an RP-HPLC method for the determination of selected flavonoids in berry juices and evaluation of their antioxidant activities. *Biomedical Chromatography*, 32(4), 1–13. <https://doi.org/10.1002/bmc.4150>

Fanshuri, B. Al, & Al, E. (2021). Raspberry (*Rubus Idaeus* (L.)). *Raspberry Rubus Idaeus* (L.), 1(31), 16–21. <https://doi.org/10.34907/jpqai.2021.71.68.002>

Gülçin, I., Topal, F., Çakmakçı, R., Bilsel, M., Gören, A. C., & Erdogan, U. (2011). Pomological Features, Nutritional Quality, Polyphenol Content Analysis, and Antioxidant

- Properties of Domesticated and 3 Wild Ecotype Forms of Raspberries (*Rubus idaeus*L.). *Journal of Food Science*, 76(4), 585–593. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02142.x>
- Ivanova, L., & Karelson, M. (2022). Molecular Docking Accuracy. *Molecules*, 27(9041).
- Jiang, Z. Y., Xu, L. L., Lu, M. C., Chen, Z. Y., Yuan, Z. W., Xu, X. L., Guo, X. K., Zhang, X. J., Sun, H. P., & You, Q. D. (2015). Structure-Activity and Structure-Property Relationship and Exploratory in Vivo Evaluation of the Nanomolar Keap1-Nrf2 Protein-Protein Interaction Inhibitor. *Journal of Medicinal Chemistry*, 58(16), 6410–6421. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.5b00185>
- Kausar, R. Al, Eka Putra, A. S., & Tutik, T. (2023). Hubungan Kadar Flavonoid Dengan Aktivitas Antioksidan Pada Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*) Dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Analisis Farmasi*, 8(2). <https://doi.org/10.33024/jaf.v8i2.11292>
- Lavefve, L., Howard, L. R., & Carbonero, F. (2020). Berry Polyphenols Metabolism And Impact On Human Gut Microbiota And Health. *Food and Function*, 11(1), 45–65. <https://doi.org/10.1039/c9fo01634a>
- Lebedev, V. G., Subbotina, N. M., Maluchenko, O. P., Krutovsky, K. V., & Shestibratov, K. A. (2019). Assessment Of Genetic Diversity In Differently Colored Raspberry Cultivars Using SSR Markers Located In Flavonoid Biosynthesis Genes. *Agronomy*, 9(9), 1–13. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090518>
- M. B. O. Rastini, N. K. M. Giantari, K. D. Adnyani, dan N. P. L. L. (2022). Recent Trends in Rapid Dissolving Tablets - Formulation Technology Review. *International Journal of Pharmacy & Biology Archives*. 1 (1): 1 – 10 Hong Wen and Kinam Park. 2010. *Jchem*, 243–270.
- Maya Puspitasari, Firman Rezaldi, E.Egriana Handayani, & Dedeh Jubaedah. (2025). Kemampuan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antimikroba (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus hominis*, *Trycophyton mentagrophytes*, dan *Trycophyton rubrum*) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha. *Jurnal Medical Laboratory*, 1(2), 1–10. <https://doi.org/10.57213/medlab.v1i2.36>
- Pamungkas, B. T., Rezaldi, F., Suminar, E., Ginari, R. P., & Trisnawati, D. (2025). Agrokompleks Tolis. *JAGO TOLIS: Jurnal Agrokompleks Tolis*, 5(2), 99–112.
- Sari, I. W., Junaidin, & Pratiwi, D. (2020). Molecular Docking Study Flavonoid Compounds From Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus* B.) In .- Glukosidase Receptor As Antidiabetic Type 2. *Jurnal Farmagazine*, VII(2), 54–60.
- Tensiska, Sukaminah, E., & Natalia, D. (2007). Ekstraksi Pewarna Alami Dari Buah Arben (*Rubus idaeus* Linn.) Dan Aplikasinya Pada Sistem Pangan. In *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan: Vol. XVIII* (pp. 25–31).
- Wiyati, E. P., Alfitroh, I., & Hardini, T. (2025). Docking Molekular Elatin (Flavonoid) Dari Daun Kopasanda (*Chromolaena Odorata* L.) Sebagai Anti Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 8(1), 1573–1579. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v8i1.40976>
- Wu, L., Liu, Y., Qin, Y., Wang, L., & Wu, Z. (2019). HPLC-ESI-qTOF-MS/MS Characterization, Antioxidant Activities And Inhibitory Ability Of Digestive Enzymes With Molecular Docking Analysis Of Various Parts Of Raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Antioxidants*, 8(8), 1–18. <https://doi.org/10.3390/antiox808.74>