

Inovasi Kecerdasan Komputer Mendorong Masa Depan Bioinformatika yang Lebih Cerdas

Anggy Dwi Anggreny¹, Rizki Ramadani Ritonga², Gali Aditya Putra³, Mikoa Alfatih Harahap⁴, Ziyad Habibul Mikraj⁵, Fahmi Fahmi⁶

¹⁻⁶Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Email : ¹anggydwianggreny2@gmail.com, ²rizkiramadanirtg@gmail.com,

³galiadityaputra376@gmail.com, ⁴mikoalfatihharahap@gmail.com, ⁵ziyadvivo90@gmail.com,

⁶fahmikang76@gmail.com

Alamat : Jl. William Iskandar Ps. V, Medan Estate, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20371

Korespondensi penulis : anggydwianggreny2@gmail.com

Abstract Computer intelligence, particularly Artificial Intelligence (AI), has become a cornerstone in advancing bioinformatics. This study aims to explore the role of AI in addressing the challenges of analyzing complex biological data, especially in genomics, proteomics, and metabolomics. Using machine learning (ML) and deep learning (DL) algorithms, AI efficiently processes large-scale data, accelerates genomic research, predicts protein structures, and identifies disease biomarkers. However, challenges such as data quality, computational limitations, and privacy issues remain barriers to its implementation. The findings of this study highlight the importance of continuous innovation, multidisciplinary collaboration, and strict regulations in AI applications. In conclusion, AI holds great potential to revolutionize bioinformatics, significantly impacting scientific research and the development of global healthcare systems.

Keyword : Artificial, Intelligence, Bioinformatics, Genomics, Proteomics, Innovation

Abstrak Kecerdasan komputer, terutama Artificial Intelligence (AI), telah menjadi pilar utama dalam kemajuan bioinformatika. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi peran AI dalam mengatasi tantangan analisis data biologis yang kompleks, khususnya dalam genomik, proteomik, dan metabolomik. Dengan algoritma machine learning (ML) dan deep learning (DL), AI mampu memproses data besar secara efisien, mempercepat penelitian genomik, memprediksi struktur protein, dan mengidentifikasi biomarker penyakit. Meski demikian, tantangan seperti kualitas data, keterbatasan komputasi, dan isu privasi tetap menjadi hambatan yang harus diatasi. Hasil penelitian ini menyoroti pentingnya inovasi berkelanjutan, kolaborasi multidisiplin, serta regulasi yang ketat dalam penerapan AI. Kesimpulannya, AI memiliki potensi besar untuk merevolusi bioinformatika, memberikan dampak signifikan pada penelitian ilmiah dan pengembangan sistem kesehatan global.

Kata Kunci : Artificial, Intelligence, Bioinformatika, Genomik, Proteomik, Inovasi

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam era teknologi modern, data biologis telah berkembang pesat, terutama dalam genomik, proteomik, dan metabolomik. Data yang dihasilkan dari teknologi eksperimental modern, seperti pengurutan genom, telah melebihi kapasitas metode analisis tradisional (Azhari et al. 2017). Tantangan utama dalam pengolahan data ini adalah kompleksitasnya, yang mencaup volume besar dan keragaman informasi biologis yang dihasilkan.

Kecerdasan komputer, khususnya Artificial Intelligence (AI), telah menjadi solusi utama untuk mengatasi tantangan tersebut. AI memiliki kemampuan untuk memproses data dalam

jumlah besar dan menemukan pola yang tersembunyi di dalamnya (Albert et al. 2024). Teknologi ini, melalui machine learning (ML) dan deep learning (DL), telah digunakan dalam bioinformatika untuk memprediksi struktur protein, menganalisis interaksi molekuler, dan mengidentifikasi varian genetik yang relevan.

Dalam genomi, AI telah membuka jalan baru untuk menganalisis dan memahami data genetik manusia. Genom manusia yang terdiri dari miliaran pasangan basa mengandung informasi penting untuk memahami penyakit dan terapi genetik (Gloria Kang GJ, Ewing-Nelson SR, Mackey L, Schlitt JT, Marathe A, Abbas KM 2018). Dengan deep learning, analisis genom menjadi lebih cepat dan memberikan wawasan mendalam tentang hubungan genetik dan fenotipe.

Selain genomic, proteomic juga mendapatkan manfaat signifikan dari inovasi AI. Dalam proteomic, AI digunakan untuk memprediksi struktur dan fungsi protein dengan akurasi tinggi (Disiplin 2024). Penemuan ini sangat penting dalam pengembangan obat dan terapi penyakit berbasis protein. AI juga memainkan peran besar dalam metabolik, di mana analisis senyawa metabolit dilakukan untuk mengidentifikasi biomarker yang relevan dengan berbagai kondisi kesehatan.

Namun, tantangan besar masih dihadapi dalam penerapan AI di bioinformatika. Salah satu tantangan utama adalah kualitas data biologis yang sering kali heterogen dan tidak terstruktur (He et al. 2024). Data ini memerlukan proses pra-pengolahan yang kompleks untuk memastikan analisis yang akurat. Selain itu, penerapan algoritma AI canggih membutuhkan infrastruktur komputasi yang mahal dan kompleks.

Selain tantangan teknis, masalah privasi dan etika juga menjadi perhatian utama. Data genetik adalah informasi yang sangat sensitif, dan pengelolaannya memerlukan regulasi ketat untuk melindungi privasi individu (Rahnasto 2023). Penggunaan data genetik dalam penelitian AI harus dilakukan dengan etika yang jelas untuk mencegah penyalahgunaan.

Meskipun tantangan tersebut ada, peluang yang ditawarkan oleh AI dalam bioinformatika sangatlah besar. Dengan integrasi teknologi yang lebih baik, AI memiliki potensi untuk mempercepat penemuan obat, meningkatkan akurasi diagnosis, dan memungkinkan pengobatan yang lebih personal (Setiyanto et al. 2023). Hal ini membuka peluang baru bagi kolaborasi antara ilmuwan biologi, pakar AI, dan profesional kesehatan.

Dengan inovasi yang terus berkembang, bioinformatika dan kecerdasan komputer dapat merevolusi cara kita memahami biologi dan kesehatan manusia. Kombinasi teknologi ini tidak hanya menjawab tantangan dalam biologi modern tetapi juga memberikan solusi yang dapat meningkatkan kualitas hidup manusia secara global (Astuty et al. 2022)

2. METODE

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk ke dalam penelitian deskriptif dan eksploratif dengan pendekatan kualitatif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan fenomena yang terjadi, seperti peran kecerdasan computer dalam mendorong perkembangan bioinformatika. Sedangkan pendekatan eksploratif dilakukan untuk mengeksplorasi lebih dalam potensi dan tantangan penggunaan kecerdasan buatan, khususnya Artificial Intelligence (AI), dalam pengolahan data biologis. Penelitian ini berfokus pada pengumpulan informasi dari literatur yang relevan untuk memberikan gambaran komprehensif tentang bagaimana teknologi AI dapat menjadi inovasi utama dalam bioinformatika modern.

2.2 Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber terpercaya, seperti jurnal ilmiah, artikel penelitian, buku referensi, dan laporan relevan terkait bioinformatika dan kecerdasan computer. Data ini mencakup informasi teoritis, hasil studi sebelumnya, serta analisis mengenai penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam bidang genomic, proteomik, dan metabolomik. Penggunaan data sekunder memungkinkan peneliti untuk menganalisis berbagai pandangan dan temuan yang telah ada, sehingga dapat memberikan pemahaman yang komprehensif terhadap topik yang dibahas.

2.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan kualitatif dengan beberapa langkah sistematis yaitu :

1. Data Sekunder yang dikumpulkan dari jurnal, artikel ilmiah, dan sumber terpercaya lainnya diseleksi berdasarkan relevansi terhadap topik penelitian.
2. Data yang telah terpilih diorganisasi secara tematik untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan konsep utama yang muncul.
3. Penelitian melakukan interpretasi terhadap data tersebut dengan mengacu pada kerangka teori dan literatur yang relevan
4. Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi deskriptif untuk menggambarkan peran dan kontribusi kecerdasan computer dalam pengembangan bioinformatika, secara tantangan dan peluang yang menyertainya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerdasan komputer, khususnya Artificial Intelligence (AI), telah memberikan kontribusi besar dalam pengolahan data biologis yang kompleks. Dalam genomik, AI berhasil mempercepat analisis genom manusia dengan algoritma deep learning yang mampu memprediksi hubungan genetik dan fenotipe. Sebagai contoh, penelitian oleh (Nussinov et al. 2022) melalui AlphaFold menunjukkan kemampuan AI dalam memprediksi struktur protein dengan akurasi tinggi, yang menjadi terobosan penting dalam bioinformatika.

Proteomik juga menjadi bidang yang mendapatkan manfaat signifikan dari penerapan AI. Algoritma berbasis machine learning memungkinkan identifikasi struktur dan fungsi protein yang lebih cepat dibandingkan metode konvensional. Hal ini penting untuk penelitian pengembangan obat berbasis protein, sebagaimana dijelaskan dalam studi (Muttaqin 2022), di mana model pembelajaran mendalam membantu menganalisis interaksi molekuler yang kompleks dengan presisi tinggi.

Selain itu, di bidang metabolik, AI telah digunakan untuk mengidentifikasi biomarker penting yang relevan dengan berbagai kondisi kesehatan. Penelitian oleh (Muttaqin 2022) menyoroti peran AI dalam menganalisis metabolit, yang memberikan wawasan tentang proses biologis yang mendasari berbagai penyakit. Analisis ini tidak hanya mendukung penelitian dasar tetapi juga membuka peluang untuk diagnosis dan terapi personalisasi.

Namun, hasil penelitian juga menyoroti sejumlah tantangan yang dihadapi dalam penerapan AI di bioinformatika. Salah satu tantangan utama adalah kualitas data yang seringkali heterogen dan tidak terstruktur. (Xu et al. 2021) mencatat bahwa data biologis membutuhkan proses normalisasi yang rumit sebelum dapat dianalisis menggunakan algoritma AI. Selain itu, sumber daya komputasi yang mahal menjadi hambatan bagi laboratorium dengan keterbatasan anggaran.

Tantangan lain yang ditemukan adalah isu etika dan privasi dalam penggunaan data genetik. (Rahnasto 2023) menyatakan bahwa data genetik bersifat sangat sensitif, sehingga pengelolaannya memerlukan regulasi ketat untuk melindungi hak individu. Penggunaan teknologi AI dalam bioinformatika harus disertai dengan langkah-langkah keamanan yang memadai untuk memastikan privasi data tetap terjaga.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerdasan komputer, khususnya AI, memiliki potensi besar untuk merevolusi bioinformatika meskipun ada tantangan yang harus diatasi. Dengan inovasi yang terus berkembang, seperti integrasi AI dengan teknologi cloud untuk mengurangi biaya komputasi (Amanda et al. 2025)

3.2 Pembahasan

Kecerdasan komputer telah menjadi pendorong utama dalam pengembangan bioinformatika, terutama dalam menghadapi tantangan data biologis yang semakin kompleks. Penerapan Artificial Intelligence (AI) melalui algoritma machine learning (ML) dan deep learning (DL) memungkinkan pengolahan data biologis dalam skala besar secara lebih cepat dan akurat. Temuan ini menegaskan bahwa bioinformatika telah memasuki era baru yang ditandai dengan integrasi teknologi canggih dalam eksplorasi data genomik, proteomik, dan metabolomik.

Dalam bidang genomik, AI telah memberikan kontribusi signifikan dalam analisis data genetik. Sebagai contoh, algoritma deep learning memungkinkan peneliti untuk memprediksi hubungan antara gen dan penyakit, sehingga mempercepat proses penelitian. Keberhasilan AlphaFold dalam memprediksi struktur protein adalah bukti nyata bagaimana AI dapat mengatasi keterbatasan metode tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi kecerdasan komputer mampu mendukung penemuan ilmiah yang relevan dengan pengembangan obat dan terapi genetik.

Namun, penerapan AI dalam bioinformatika tidak terlepas dari tantangan. Salah satu isu utama adalah kualitas data biologis yang sering kali tidak homogen dan memerlukan proses normalisasi yang kompleks. Data yang tidak terstruktur dapat memengaruhi hasil analisis, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan kualitas pengumpulan dan pengelolaan data. Selain itu, keterbatasan sumber daya komputasi yang tinggi menjadi penghambat adopsi teknologi ini di laboratorium kecil atau di negara-negara berkembang.

Dari perspektif etika, privasi data genetik menjadi perhatian utama dalam pengembangan bioinformatika berbasis AI. Data genetik yang bersifat sangat sensitif memerlukan regulasi yang ketat untuk mencegah penyalahgunaan dan melindungi hak individu. Dengan meningkatnya penggunaan AI, diperlukan standar etika dan protokol keamanan yang dapat memastikan integritas dan privasi data tetap terjaga.

Di sisi lain, potensi AI untuk mempercepat pengembangan obat, meningkatkan diagnosis penyakit, dan mendukung pengobatan personalisasi memberikan peluang besar dalam transformasi sistem kesehatan global. Hal ini dapat diwujudkan melalui kolaborasi antara ilmuwan biologi, pakar AI, dan profesional kesehatan untuk menciptakan solusi yang

lebih inklusif dan efisien. Pendekatan multidisiplin ini memungkinkan teknologi AI digunakan secara optimal dalam mendukung penelitian dan praktik medis.

Pembahasan ini menegaskan bahwa meskipun tantangan teknis dan etika masih ada, potensi AI untuk merevolusi bioinformatika jauh lebih besar. Dengan inovasi yang terus berlanjut, termasuk integrasi dengan teknologi komputasi awan untuk mengurangi biaya, bioinformatika berbasis kecerdasan komputer dapat menjadi alat utama dalam menjawab tantangan terbesar di bidang biologi dan kesehatan. Kolaborasi lintas disiplin dan inovasi berkelanjutan menjadi kunci dalam mewujudkan masa depan bioinformatika yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Kecerdasan komputer, khususnya Artificial Intelligence (AI), telah membawa perubahan besar dalam bidang bioinformatika. Dengan kemampuannya untuk menganalisis data biologis yang kompleks secara cepat dan akurat, AI telah membuka peluang baru dalam genomik, proteomik, dan metabolomik. Teknologi ini memungkinkan peneliti untuk memprediksi struktur protein, menganalisis hubungan genetik, serta mengidentifikasi biomarker yang relevan dengan berbagai penyakit. Meskipun tantangan seperti kualitas data, keterbatasan sumber daya komputasi, dan masalah privasi masih ada, inovasi AI terus berkembang, menunjukkan potensinya untuk merevolusi ilmu pengetahuan dan meningkatkan kualitas hidup manusia secara global.

4.2 Saran

1. Edukasi tentang bioinformatika berbasis AI harus diperluas di tingkat universitas dan pelatihan profesional. Dengan demikian, lebih banyak tenaga ahli akan tersedia untuk memanfaatkan potensi AI dalam berbagai aplikasi biomedis.
2. Diperlukan kolaborasi antara ilmuwan biologi, pakar teknologi, dan tenaga kesehatan untuk mengintegrasikan AI dalam penelitian dan pengembangan solusi medis yang lebih inklusif dan efektif.

REFERENSI

- Albert, V., Mardame, J., Wardani, F. P., & Penabur, S. (2024). Application of artificial intelligence technology to improve responsiveness and speed of operations in organizations. *3*(2), 145–164.
- Amanda, C. A., Fitra, M., Hrp, A., Rezi, M., Al, N., Hrp, A., Tambunan, N., & Wardaya, S. T. (2025). Masa depan bio informatik: Mengubah data menjadi terapi.
- Astuty, S., Fahlevi, R., Phill, P., Papilaya, E., Syukrilla, W. A., Pradnyani, P. E., Al-faida, N., et al. (2022). Dasar biostatistika untuk peneliti: Statistik terapan. www.getpress.co.id.
- Azhari, A., Jalaludin, D., Irawan, A., Perjuangan, J., & Sunyaragi, B. (2017). Proteomik: Database dan teknologi. *QUANTUM, Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, *8*(1), 1–12.
- Disiplin, I. L. (2024). Artificial intelligence (AI): Peluang dan tantangan dalam. no. December.
- He, Y., Mulqueeney, J. M., Watt, E. C., Salili-James, A., Barber, N. S., Camaiti, M., Hunt, E. S. E., et al. (2024). Challenges and opportunities in applying AI to evolutionary morphology. *Oliver Kippax-Chui*, *7*(1), 1–110. <https://orcid.org/0000-0001-9465-810X>.
- Kang GJ, Gloria, Ewing-Nelson SR, Mackey L., Schlitt JT, Marathe A., Abbas KM, & Swarup S. (2018). 乳鼠心肌提取 HHS public access. *Physiology & Behavior*, *176*(1), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.12.097>. Genomic.
- Muttaqin, Dkk. (2022). Program studi pendidikan kimia Universitas Pendidikan Mandalika. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *8*, 8–15.
- Nussinov, R., Zhang, M., Liu, Y., & Jang, H. (2022). AlphaFold, artificial intelligence (AI), and allostery. *Journal of Physical Chemistry B*, *126*(34), 6372–6383. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.2c04346>.
- Rahnasto, J. (2023). Genetic data are not always personal - Disaggregating the identifiability and sensitivity of genetic data. *Journal of Law and the Biosciences*, *10*(2), 1–45. <https://doi.org/10.1093/jlb/lpad029>.
- Setiyanto, S., Utomo, I. C., Dawis, A. M., Yuliati, T., Nugraha, N. B., Natsir, F., Suhendi, H. Y., & Syujak, A. R. (2023). *Multimedia dan sains (Vol. 1)*. www.freepik.com.
- Xu, Y., Liu, X., Cao, X., Huang, C., Liu, E., Qian, S., Liu, X., et al. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *Innovation*, *2*(4). <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.10>.