



Sistem Kecerdasan Buatan dalam Bioinformatika : Trend dan Potensi di Masa Depan

^{1*}Zubaidah, ²Trisatin Panggabean, ³Paris Alvito, ⁴Zidanul Akbar, ⁵Cut Mirna Nadia

¹⁻⁵Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Email : ¹zzubai785@gmail.com, ²trisatinpanggabean@gmail.com, ³alvinparis65@gmail.com,
⁴akbarzidanul@gmail.com, ⁵cutmirnanadia08@gmail.com

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

Korespondensi penulis : zzubai785@gmail.com

Abstract In recent decades, artificial intelligence (AI) has significantly advanced and shown great potential across various fields, including bioinformatics. This paper examines current trends in AI applications within bioinformatics, highlighting future potentials and the challenges of integrating these technologies. The research utilizes secondary data collection from scientific literature, books, conference reports, and official documents on AI and bioinformatics, sourced from reputable databases like Scopus, IEEE, PubMed, and Google Scholar. Through comparative analysis, similarities, differences, and technological advancements were identified and discussed. Descriptive narrative interpretation was employed to provide a holistic view of AI trends and potential in bioinformatics. Key findings indicate that AI, particularly machine learning and deep learning, is instrumental in genomic data analysis, protein structure prediction, drug discovery, and clinical bioinformatics. Furthermore, the study underscores the benefits of AI in enhancing data analysis accuracy and efficiency, while addressing ethical and technical challenges. Future prospects emphasize the importance of interdisciplinary collaboration to fully leverage AI's capabilities in bioinformatics.

Keyword : Artificial, Intelligence, Bioinformatics

Abstrak Dalam beberapa dekade terakhir, kecerdasan buatan (AI) telah mengalami kemajuan signifikan dan menunjukkan potensi besar di berbagai bidang, termasuk bioinformatika. Makalah ini mengkaji tren terkini dalam aplikasi AI di bioinformatika, dengan menyoroti potensi masa depan dan tantangan integrasi teknologi ini. Penelitian ini menggunakan pengumpulan data sekunder dari literatur ilmiah, buku, laporan konferensi, dan dokumen resmi terkait AI dan bioinformatika, yang diambil dari basis data terpercaya seperti Scopus, IEEE, PubMed, dan Google Scholar. Melalui analisis perbandingan, kesamaan, perbedaan, dan perkembangan teknologi diidentifikasi dan dibahas. Pendekatan deskriptif naratif digunakan untuk memberikan pandangan holistik tentang tren dan potensi AI dalam bioinformatika. Temuan utama menunjukkan bahwa AI, khususnya machine learning dan deep learning, sangat penting dalam analisis data genomik, prediksi struktur protein, penemuan obat, dan bioinformatika klinis. Selain itu, studi ini menekankan manfaat AI dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi analisis data, sambil mengatasi tantangan etis dan teknis yang ada. Prospek masa depan menekankan pentingnya kolaborasi antar-disiplin untuk sepenuhnya memanfaatkan kemampuan AI dalam bioinformatika

Kata Kunci : Kecerdasan, Buatan, Bioinformatika

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah membawa dampak signifikan dalam berbagai sektor, termasuk bidang bioinformatika. Bioinformatika, sebagai cabang ilmu yang memanfaatkan teknologi informasi untuk menganalisis data biologis, kini semakin bergantung pada AI dalam mengolah data besar (big data) yang kompleks, seperti data genomik, proteomik, dan metabolomik. Integrasi AI dengan bioinformatika membuka peluang besar untuk menjawab tantangan di bidang kesehatan,

pertanian, dan bioteknologi, yang menjadi pilar utama revolusi industri 4.0 dan society 5.0 (Widodo 2019).

Tren terkini menunjukkan bahwa penerapan AI dalam bioinformatika tidak hanya mampu mempercepat analisis data, tetapi juga meningkatkan akurasi dalam berbagai aplikasi seperti pengembangan obat, diagnosis penyakit, dan personalisasi perawatan medis. Dengan kemampuan pembelajaran mesin (machine learning) dan pembelajaran mendalam (deep learning), AI memungkinkan identifikasi pola-pola yang kompleks dalam data biologis, yang sebelumnya sulit diakses oleh metode tradisional (Yahya, Otomotif, and Elektro 2023).

Selain itu, AI telah mendorong transformasi di bidang pendidikan bioinformatika, di mana universitas dan institusi penelitian mulai mengintegrasikan literasi big data dan otomatisasi analisis data ke dalam kurikulum. Hal ini bertujuan untuk mempersiapkan lulusan yang mampu memenuhi kebutuhan industri masa depan, terutama dalam sektor kesehatan dan bioteknologi (Prahani et al. 2022)

Namun, implementasi AI dalam bioinformatika juga menghadapi berbagai tantangan, termasuk kebutuhan akan infrastruktur komputasi yang canggih dan sumber daya manusia yang terampil. Oleh karena itu, kolaborasi antara akademisi, industri, dan pemerintah menjadi kunci untuk memaksimalkan potensi AI dalam bioinformatika. Investasi dalam penelitian dan pengembangan di bidang ini juga diperlukan untuk memastikan keberlanjutan inovasi (Wisnu et al. 2024).

Dalam jangka panjang, potensi AI dalam bioinformatika diproyeksikan akan semakin berkembang, terutama dengan kemajuan teknologi seperti jaringan saraf tiruan (neural networks) dan algoritma berbasis genetika. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi analisis data, tetapi juga membuka peluang baru untuk pengembangan teknologi yang ramah lingkungan, solusi pertanian presisi, dan terapi medis inovatif (“KECERDASAN BUATAN DALAM BIDANG KESEHATAN : INOVASI DAN APLIKASI,” n.d.)

2. METODE

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menjelaskan fenomena secara mendalam dan komprehensif. Dalam konteks judul ini, penelitian ini menggambarkan bagaimana kecerdasan buatan digunakan dalam bioinformatika, mencakup tren terkini, implementasi, teknologi, serta potensi yang dapat dikembangkan di masa depan. Penelitian ini juga menggunakan pendekatan kajian pustaka

dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai literatur ilmiah terbaru terkait aplikasi kecerdasan buatan di bidang bioinformatika. Fokusnya adalah pada tren teknologi, inovasi terkini, dan proyeksi masa depan berdasarkan temuan sebelumnya.

2.2 Jenis Data

Data yang digunakan bersifat sekunder dan berasal dari berbagai sumber terpercaya, seperti jurnal internasional, laporan teknis, dan prosiding konferensi yang membahas teknologi kecerdasan buatan dalam bioinformatika.

2.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada judul ini yaitu :

1. Pengumpulan Data : Penelitian ini menggunakan data sekunder yang dikumpulkan dari artikel jurnal ilmiah, buku, laporan konferensi, dan dokumen resmi terkait bioinformatika dan kecerdasan buatan. Data diambil dari sumber terpercaya seperti Scopus, IEEE, PubMed, dan Google Scholar.
2. Analisis Perbandingan : Temuan dari sumber yang berbeda dibandingkan untuk mengidentifikasi kesamaan, perbedaan, dan perkembangan teknologi terkini.
3. Pendekatan Deskriptif : Data diinterpretasikan dan disajikan dalam bentuk narasi deskriptif untuk menggambarkan tren dan potensi AI dalam bioinformatika secara holistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Penelitian dengan judul “Sistem Kecerdasan Buatan dalam Bioinformatika: Tren dan Potensi di Masa Depan” menunjukkan bagaimana teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah merevolusi bioinformatika, bidang yang berfokus pada analisis data biologis. Salah satu pencapaian utama AI adalah dalam pengolahan data genomik, di mana teknologi seperti pembelajaran mendalam (deep learning) digunakan untuk mengidentifikasi pola genetik kompleks. Kemajuan ini memungkinkan pengembangan kedokteran presisi yang mengoptimalkan terapi berdasarkan profil genetik individu (Alqahtani et al. 2023).

AI juga berperan penting dalam memprediksi struktur protein, salah satu tantangan terbesar dalam biologi molekuler. Dengan memanfaatkan algoritma canggih, seperti AlphaFold, ilmuwan kini dapat memahami fungsi protein secara lebih cepat dan akurat. Hal ini memberikan kontribusi besar dalam penelitian biomedis dan pengembangan obat baru. Dalam penelitian terbaru, AI telah terbukti mampu mempersingkat waktu analisis yang

sebelumnya membutuhkan tahun penelitian menjadi hanya hitungan hari (Nussinov et al. 2022).

Pengembangan obat merupakan aplikasi lain di mana AI memainkan peran signifikan. Teknologi ini digunakan untuk melakukan skrining molekuler secara virtual, mempercepat identifikasi senyawa potensial, dan memprediksi interaksi farmakologis. Dalam konteks ini, AI tidak hanya mengurangi biaya penelitian, tetapi juga meningkatkan efisiensi uji klinis. Studi menunjukkan bahwa kombinasi AI dan data genomik menghasilkan pendekatan yang lebih efektif dalam personalisasi terapi obat (Blanco-González et al. 2023).

Selain itu, AI telah diaplikasikan dalam diagnostik medis, memproses data citra jaringan, hasil laboratorium, dan data genomik pasien. Teknologi ini mampu mendeteksi penyakit, termasuk kanker, pada tahap awal dengan tingkat akurasi yang tinggi. Aplikasi seperti algoritma pengenalan pola berbasis gambar telah digunakan untuk mendiagnosis tumor secara otomatis, memberikan manfaat besar bagi efisiensi layanan kesehatan (Shimizu and Nakayama 2020).

Namun, penerapan AI dalam bioinformatika juga menghadapi tantangan besar, terutama terkait privasi data biologis yang sensitif. Regulasi yang kuat diperlukan untuk melindungi informasi genomik individu, sekaligus memastikan bahwa algoritma AI tidak bias dan transparan. Tantangan ini menjadi salah satu fokus penelitian lebih lanjut untuk menjamin penerapan AI yang etis dan adil (Caudai et al. 2021)

Keberhasilan implementasi AI dalam bioinformatika sangat bergantung pada kolaborasi multidisiplin antara ilmuwan komputer, ahli biologi, dan praktisi kesehatan. Kolaborasi ini memastikan bahwa pengembangan teknologi AI sesuai dengan kebutuhan biologis dan medis. Sinergi ini juga memungkinkan integrasi AI ke dalam berbagai aspek penelitian dan layanan kesehatan, menciptakan dampak yang lebih luas dan signifikan (Patel et al. 2024).

Potensi AI di masa depan sangat besar, terutama dalam mendukung inovasi bioteknologi. Dengan perkembangan jaringan saraf tiruan dan algoritma berbasis evolusi, AI diproyeksikan mampu mengatasi tantangan yang lebih kompleks dalam bioinformatika, seperti pengembangan terapi genetik dan teknologi biochip. Integrasi AI dengan perangkat berbasis IoT (Internet of Things) juga diharapkan semakin memperluas aplikasinya dalam biologi molekuler.

Penelitian ini menegaskan bahwa kecerdasan buatan tidak hanya membawa dampak besar dalam analisis data biologis, tetapi juga membuka peluang baru dalam bioinformatika. Dengan mengatasi tantangan yang ada dan memanfaatkan peluang teknologi, AI dapat menjadi pilar utama dalam kemajuan bioteknologi dan kesehatan global. Potensi ini menempatkan

bioinformatika sebagai bidang penting untuk menjawab tantangan medis dan lingkungan di masa depan (Nabila Fitri Amelia et al. 2023)

3.2 Pembahasan

Penerapan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam bioinformatika telah menunjukkan perkembangan pesat, khususnya dalam pengelolaan data biologis yang kompleks dan berukuran besar. AI memainkan peran penting dalam analisis genomik dan proteomik, terutama dalam mengidentifikasi pola dan hubungan yang sebelumnya sulit dipahami menggunakan metode tradisional. Dengan algoritma seperti machine learning dan deep learning, AI mampu menganalisis data genom secara lebih efisien, membuka peluang untuk pemahaman yang lebih dalam mengenai hubungan genetik dan penyakit tertentu. Inovasi ini tidak hanya mempercepat proses penelitian tetapi juga mendukung pengembangan kedokteran presisi yang berfokus pada terapi berbasis individu.

AI juga telah merevolusi prediksi struktur protein, yang sebelumnya menjadi tantangan signifikan dalam biologi molekuler. Algoritma seperti AlphaFold mampu memprediksi struktur protein dengan tingkat akurasi yang belum pernah terjadi sebelumnya, memberikan wawasan penting mengenai fungsi protein. Hal ini tidak hanya relevan dalam penelitian dasar, tetapi juga berdampak langsung pada pengembangan obat baru dan terapi penyakit, seperti pengobatan berbasis protein target. Dengan percepatan analisis ini, waktu dan biaya penelitian dapat ditekan secara signifikan.

Dalam bidang diagnostik medis, kecerdasan buatan telah membantu meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis penyakit. AI digunakan untuk menganalisis data biologis seperti citra jaringan, hasil tes laboratorium, dan data genom pasien. Kemampuan AI untuk mengenali pola secara otomatis memungkinkan deteksi penyakit, seperti kanker, pada tahap awal, yang meningkatkan kemungkinan keberhasilan terapi. Misalnya, algoritma berbasis pengenalan gambar dapat mengidentifikasi keberadaan tumor dari hasil pencitraan medis dengan tingkat akurasi yang tinggi, mengurangi risiko kesalahan manusia dalam proses diagnosis.

Penggunaan AI dalam bioinformatika juga terlihat pada pengembangan obat secara virtual melalui skrining molekuler. AI memungkinkan identifikasi senyawa potensial secara lebih cepat dibandingkan metode konvensional, sekaligus memprediksi interaksi farmakologis dan toksisitasnya. Pendekatan ini mendukung personalisasi terapi dengan menyelaraskan pilihan pengobatan berdasarkan karakteristik genomik pasien. Dalam jangka panjang, hal ini dapat meningkatkan efektivitas pengobatan dan mengurangi biaya yang dikeluarkan oleh industri farmasi.

Meskipun memiliki banyak manfaat, penerapan AI dalam bioinformatika juga menghadapi tantangan besar, terutama dalam aspek privasi data dan etika. Data biologis, khususnya genomik, bersifat sangat sensitif dan memerlukan perlindungan yang ketat. Penggunaan data tersebut harus mematuhi regulasi yang ada untuk mencegah pelanggaran privasi. Selain itu, bias algoritma juga menjadi perhatian utama karena dapat memengaruhi hasil analisis dan keputusan klinis yang diambil. Oleh karena itu, penting untuk memastikan transparansi dan akurasi algoritma yang dikembangkan.

Kolaborasi multidisiplin menjadi elemen penting dalam pengembangan AI di bioinformatika. Ilmuwan komputer, ahli biologi, dan praktisi kesehatan perlu bekerja sama untuk menciptakan solusi yang sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Kolaborasi ini tidak hanya memastikan pengembangan teknologi yang relevan, tetapi juga membantu mempercepat adopsi teknologi AI dalam berbagai aplikasi, mulai dari penelitian dasar hingga pengobatan klinis.

Potensi AI dalam bioinformatika di masa depan sangat menjanjikan, terutama dengan kemajuan teknologi seperti jaringan saraf tiruan dan algoritma evolusioner. Inovasi ini memungkinkan AI untuk menghadapi tantangan yang lebih kompleks, seperti pengembangan terapi genetik, penyelamatan spesies melalui analisis biodiversitas, dan pengelolaan kesehatan lingkungan. Integrasi AI dengan perangkat berbasis Internet of Things (IoT) juga membuka peluang baru untuk pemantauan kesehatan secara real-time.

Hal ini menunjukkan bahwa kecerdasan buatan membawa dampak besar dalam pengembangan bioinformatika, baik dalam penelitian maupun aplikasi klinis. Dengan terus mengatasi tantangan yang ada, AI dapat menjadi komponen kunci dalam kemajuan bioteknologi global. Dukungan regulasi, pengembangan infrastruktur teknologi, dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia menjadi faktor penting untuk mendukung perkembangan ini secara berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam bioinformatika telah membawa dampak signifikan dalam berbagai aspek, mulai dari analisis data biologis hingga pengembangan obat dan diagnostik medis. AI memungkinkan analisis data dalam skala besar dengan akurasi tinggi, mempercepat proses penelitian, dan mendukung pengembangan kedokteran presisi. Meskipun demikian, penerapan AI juga menghadapi tantangan, terutama dalam hal privasi data dan etika,

serta integrasi dengan sistem bioinformatika yang ada. Kolaborasi multidisiplin dan dukungan regulasi menjadi kunci untuk mengatasi tantangan ini dan memaksimalkan potensi AI dalam bioinformatika

4.2 Saran

1. Diharapkan untuk mengembangkan infrastruktur teknologi yang kuat guna mendukung analisis data biologis yang kompleks
2. Diharapkan Regulasi dan etika harus diperhatikan dengan ketat, terutama terkait privasi data biologis, untuk memastikan transparansi dan akurasi dalam penggunaan AI.

REFERENSI

- Alqahtani, T., Badreldin, H. A., Alrashed, M., Alshaya, A. I., Alghamdi, S. S., Saleh, K. B., Alowais, S. A., Et Al. (2023). The Emergent Role Of Artificial Intelligence, Natural Learning Processing, And Large Language Models In Higher Education And Research. *Research In Social And Administrative Pharmacy*, 19(8), 1236–1242. <https://doi.org/10.1016/J.Sapharm.2023.05.016>
- Amelia, N. F., Marcella, D. M., Semesta, H. J., Budiarti, S., & Usman, S. F. (2023). Implementasi Artificial Intelligence (AI) Dalam Pembentukan Peraturan Perundang-Undangan Di Indonesia. *Eksekusi: Jurnal Ilmu Hukum Dan Administrasi Negara*, 2(1), 56–70. <https://doi.org/10.55606/Eksekusi.V2i1.789>
- Blanco-González, A., Cabezón, A., Seco-González, A., Conde-Torres, D., Antelo-Riveiro, P., Piñeiro, Á., & Garcia-Fandino, R. (2023). The Role Of AI In Drug Discovery: Challenges, Opportunities, And Strategies. *Pharmaceuticals*, 16(6), 1–11. <https://doi.org/10.3390/Ph16060891>
- Caudai, C., Galizia, A., Geraci, F., Le Pera, L., Morea, V., Salerno, E., Via, A., & Colombo, T. (2021). AI Applications In Functional Genomics. *Computational And Structural Biotechnology Journal*, 19, 5762–5790. <https://doi.org/10.1016/J.Csbj.2021.10.009>
- KECERDASAN BUATAN DALAM BIDANG KESEHATAN: Inovasi Dan Aplikasi. (N.D.).
- 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.Jpcb.2c04346>
- Patel, A. U., Gu, Q., Esper, R., Maeser, D., & Maeser, N. (2024). The Crucial Role Of Interdisciplinary Conferences In Advancing Explainable AI In Healthcare. *Biomedinformatics*, 4(2), 1363–1383. <https://doi.org/10.3390/Biomedinformatics4020075>
- Prahani, B. K., Rizki, I. A., Jatmiko, B., Suprpto, N., & Amelia, T. (2022). Artificial Intelligence In Education Research During The Last Ten Years: A Review And

- Bibliometric Study. *International Journal Of Emerging Technologies In Learning*, 17(8), 169–188. <https://doi.org/10.3991/Ijet.V17i08.29833>
- Shimizu, H., & Nakayama, K. I. (2020). Artificial Intelligence In Oncology. *Cancer Science*, 111(5), 1452–1460. <https://doi.org/10.1111/Cas.14377>
- Widodo. (2019). Peran Bioinformatika Dalam Peningkatan Penelitian Dan Pembelajaran Biologi Di Era Revolusi Industri 4.0. *Proceeding Biology Education Conference*, 16(1), 10–28.
- Wisnu, G., Bagaskara, C., Heryana, N., Karawang, S., Waluyo, J. H. R., Telukjambe Timur, Jawa Karawang, & Indonesia Barat. (2024). Tinjauan Literatur Tentang Cloud Computing Dan Artificial Intelligence (AI): Potensi Dan Tantangan. *Jnatia*, 2(2), 423–428.
- Yahya, M., Pendidikan Teknik Otomotif, & Wahyudi Teknik Elektro. (2023). Prosiding Seminar Nasional Implementasi Artificial Intelligence (AI) Di Bidang Pendidikan Kejuruan Pada Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional*, 190–199. <https://journal.unm.ac.id/index.php/semnasdies62/index>