

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Era industri 4.0 yang sedang berlangsung membuat hampir setiap aspek kehidupan dapat diintegrasikan dengan kemajuan teknologi, seperti *artificial intelligence* (AI), *internet of things* (IoT), 5G, *cloud computing*, *data analysis*, dan *robotics* (Maria *et al.*, 2018; Moreira *et al.*, 2017). Prinsip dasar integrasi teknologi pada aspek-aspek kehidupan adalah kolaborasi antara sistem, mesin, dan alur kerja yang saling terhubung dengan jaringan kecerdasan buatan (AI) di sepanjang proses yang masing-masing saling mengendalikan. Kemajuan teknologi juga berdampak pada kemudahan akses dan masifnya informasi yang tersedia di dalam internet. Sejumlah besar informasi dan data (*big data*) tersimpan di dalam *database* (Moreira *et al.*, 2017). *Big data* tersebut dapat berupa hasil-hasil penelitian ilmiah, salah satu contohnya *Protein Data Base* (PDB) yang berisi hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan struktur dan fungsi protein. Informasi dan data ilmiah yang tersedia di dalam *database* dapat dimanfaatkan dalam aspek industri, pendidikan dan penelitian lanjutan.

Dampak integrasi teknologi dan informasi terkini dalam kehidupan menimbulkan tantangan baru bagi setiap negara untuk memiliki sumber daya manusia yang memumpuni sehingga dapat dengan mudah memanfaatkan dengan optimal perkembangan teknologi tersebut. Upaya dalam memenuhi tantangan tersebut adalah dengan mengembangkan sektor pendidikan yang berperan sebagai penyedia calon tenaga kerja yang memiliki keterampilan sesuai dengan perkembangan teknologi. Beragam keterampilan yang dibutuhkan terangkum dalam keterampilan abad 21, dua diantaranya adalah keterampilan berpikir analitis dan literasi digital (Trilling & Fadel, 2009). Keterampilan berpikir analitis adalah bagian dari keterampilan berpikir kritis dan kreatif yang berperan dalam penemuan, pengelolaan, dan interpretasi beragam data dan informasi yang berasal dari berbagai sumber untuk dapat menarik kesimpulan yang tepat (Prawita *et al.*, 2019). Proses berpikir analitis membutuhkan sejumlah informasi dan data yang akurat dari

beragam sumber. Dunia digital seperti internet menyediakan berbagai informasi dan data dalam jumlah besar sehingga dibutuhkan keterampilan tambahan lain selain berpikir analitis untuk dapat memanfaatkannya. Keterampilan tersebut adalah literasi digital.

Literasi digital meliputi pemanfaatan teknologi digital dalam kehidupan sehari-hari secara tepat guna. Kemampuan literasi digital yang baik membantu menghindarkan seseorang dari informasi-informasi yang tidak tepat dan sumber yang tidak kredibel. Seseorang dengan literasi digital yang baik mampu menentukan kredibilitas informasi dan mencegah informasi kurang tepat berulang dan menyebar (Vuorikari *et al.*, 2022). Dampak positif teknologi digital dapat dimanfaatkan pada berbagai aspek kehidupan juga memiliki sisi negatif. Terutama pada keamanan data dan perangkat digital. Pencurian data pribadi dan penyebaran virus digital menjadi ancaman tersendiri dalam perkembangan teknologi digital. Data pribadi yang dicuri berpeluang besar digunakan untuk tindakan kriminal, sedangkan virus digital dapat merusak fungsi perangkat digital (Vuorikari *et al.*, 2022). Ancaman tersebut dapat dihindari dengan melatih literasi digital. Kemampuan literasi digital yang baik membantu dalam mengidentifikasi *website* atau *software* yang berpotensi mencuri data pribadi dan menyebarkan virus digital.

Urgensi keterampilan berpikir analitis dan literasi digital untuk mempersiapkan diri masa kini membutuhkan perhatian khusus dalam dunia pendidikan. Hasil beberapa penelitian menunjukkan, baik keterampilan berpikir analitis maupun literasi digital peserta didik tergolong relatif rendah (Hafiza *et al.*, 2022; Prawita *et al.*, 2019). Kurangnya konstruksi konsep pembelajaran yang dapat melatih kedua keterampilan tersebut menjadi salah satu penyebabnya (Hafiza *et al.*, 2022). Perlu dilakukan integrasi konsep pelatihan kedua keterampilan tersebut dalam pembelajaran suatu materi. Salah satu materi pembelajaran yang berpotensi untuk hal tersebut adalah pembelajaran Bioinformatika.

Bioinformatika merupakan multidisiplin ilmu mewakili bidang ilmu baru yang berkembang dengan menggunakan pendekatan komputasi untuk menjawab pertanyaan biologis memanfaatkan kumpulan data yang besar dan kompleks (*big data*) untuk mencapai kesimpulan biologis yang valid (Baxevanis & Oiellette,

2001). Bioinformatika dikenal juga sebagai laboratorium kering (*in silico*) dengan memanfaatkan algoritma komputer untuk menganalisis sekuen materi genetik seperti DNA, dan RNA, menganalisis suatu protein, dan bahkan menguji molekul hasil metabolit sekunder suatu organisme untuk dijadikan calon obat dengan menggunakan algoritma komputer (Lin *et al.*, 2021). Salah satu pengaplikasian multidisiplin ilmu ini adalah skrining potensi senyawa bioaktif secara *in silico* menggunakan metode *molecular docking*. Pengaplikasian dan proses pembelajaran multidisiplin ilmu ini sangat berkaitan dengan keterampilan berpikir analitis dan literasi digital. Keterampilan berpikir analitis digunakan dalam menentukan informasi dan data yang tersimpan di dalam database pada proses awal *molecular docking* (Kharisma *et al.*, 2021). Keterampilan literasi digital berperan untuk mencari dan menguji beragam senyawa bioaktif dari makhluk hidup sebagai ligan terhadap protein sebagai target (Roy, 2019). Berdasarkan hal tersebut, pembelajaran bioinformatika berpotensi dalam melatih peningkatan keterampilan berpikir analitis dan literasi digital peserta didik.

Potensi pembelajaran bioinformatika dalam melatih dua keterampilan tersebut memiliki kendala tersendiri. Hasil asesmen kebutuhan menunjukkan pembelajaran bioinformatika, terutama pada materi *molecular docking* dianggap sulit oleh 72,7% responden mahasiswa dan sangat sulit sebesar 27,3%. Sebagai cabang ilmu baru dalam biologi, bioinformatika dipelajari pada tingkat perkuliahan rumpun biologi, akan tetapi belum banyak mahasiswa mengetahui mengenai cabang ilmu tersebut (Aslahah *et al.*, 2017). Salah satu faktor yang memungkinkan hal tersebut adalah kurangnya bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran. Permasalahan tersebut ditemukan dalam pembelajaran bioinformatika, yaitu kurangnya bahan ajar (Aslahah *et al.*, 2017). Bahan ajar yang tersedia terbatas pada jenis buku teks yang hanya terbatas membahas mengenai konsep dasar dan pengaplikasian sederhana bioinformatika. Pengembangan bahan ajar yang sesuai dibutuhkan untuk mencapai tujuan pembelajaran bioinformatika.

Bahan ajar dalam bentuk e-modul atau elektronik modul dapat menjadi pilihan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. E-modul dapat menampilkan konsep materi dalam bentuk gambar, animasi, dan video (Kismiati, 2020).

Visualisasi dalam bentuk gambar dan video untuk membantu dalam pemahaman konsep-konsep yang bersifat proses. Hal tersebut sesuai dengan hasil asesmen kebutuhan. Konten-konten yang dianggap dapat membantu dalam mempelajari materi *molecular docking* terutama video tata cara *molecular docking* dan gambar 3D molekul protein-ligan. Sesuai dengan karakteristik materi yang membahas molekul-molekul kecil dan memiliki tahapan-tahapan yang kompleks. Penampilan gambar dan video pada e-modul dapat dikolaborasikan dengan teknologi *augmented reality* (AR) (Bibiyana *et al.*, 2021). AR dapat memunculkan bentuk-bentuk molekul secara tiga dimensi (3D) di dunia nyata dengan memanfaatkan aplikasi di *smartphone*. Teknologi AR mampu memvisualisasikan kompleks ligan-protein 3D ke dalam persepsi dunia nyata dan dapat dirotasikan sehingga terlihat dalam berbagai sudut tampilan (Rodríguez *et al.*, 2021). Hal tersebut dibutuhkan dalam memahami struktur 3D dan posisi interaksi antara molekul yang menjadi dasar dalam teknik *molecular docking* dalam bioinformatika. Penerapan AR pada e-modul dalam pembelajaran diharapkan memiliki dampak positif, sehingga dibutuhkan pengembangan e-modul yang terintegrasikan dengan AR sebagai bahan ajar bioinformatika untuk dapat meningkatkan keterampilan berpikir analitis dan literasi digital.

Pengembangan bahan ajar bioinformatika dalam bentuk e-modul terintegrasi AR yang disebut ARMOD diharapkan dapat membantu pembelajaran bioinformatika. ARMOD adalah singkatan dari *Augmented Reality Molecular Docking*. Pengembangan e-modul ARMOD bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir analitis dan literasi digital. Kedua keterampilan tersebut adalah keterampilan yang dibutuhkan pada era industri 4.0 dan sejalan dengan pembelajaran abad ke 21. Produk dari penelitian ini diharapkan menjadi pilihan bahan ajar yang dapat digunakan dalam pembelajaran bioinformatika.

B. Fokus Penelitian

Pada penelitian ini, fokus permasalahan hanya pada pengembangan E-Modul ARMOD (*Augmented Reality Molecular Docking*) sebagai bahan ajar

bioinformatika pada materi *molecular docking* untuk meningkatkan keterampilan berpikir analitis dan literasi digital mahasiswa.

C. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian dan pengembangan ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan E-Modul ARMOD sebagai bahan ajar bioinformatika layak dalam pembelajaran?
2. Apakah E-Modul ARMOD sebagai bahan ajar berpengaruh untuk meningkatkan keterampilan berpikir analitis mahasiswa pada materi bioinformatika?
3. Apakah E-Modul ARMOD sebagai bahan ajar dapat meningkatkan keterampilan literasi digital mahasiswa pada materi bioinformatika?

D. Kegunaan Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi peneliti lain dan bagi pembelajaran bioinformatika, antarlain :

1. E-modul ARMOD menjadi bahan ajar yang tervalidasi dan layak digunakan dalam pembelajaran bioinformatika.
2. E-modul ARMOD dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir analitis dan literasi digital bioinformatika.
3. Penelitian dan pengembangan ini dapat menjadi rujukan bagi peneliti lain dalam melakukan penelitian lebih lanjut.

Intelligentia - Dignitas