

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dunia pendidikan terus mengalami restrukturisasi dari masa ke masa, baik dari perubahan struktur, kurikulum, maupun pelaksanaannya. Perubahan dalam bidang pendidikan tidak lepas dari pesatnya perkembangan globalisasi yang mengharuskan pihak-pihak terkait terlibat mengikuti kebijakan baru dan beradaptasi dengan kemajuan teknologi. Kemajuan dalam bidang teknologi memberikan dampak bagi pendidikan untuk generasi masa kini yang lebih terbuka dalam penggunaan teknologi di ruang lingkup pembelajaran. Salah satunya adalah kemampuan pendidik dalam mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan di masa sekarang maupun di masa mendatang. Oleh karena itu, baik pendidik maupun peserta didik perlu memiliki bekal ilmu pengetahuan dan teknologi yang mumpuni. Pembekalan ilmu teknologi dapat diterapkan oleh pendidik dalam proses pembelajaran di kelas mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga perguruan tinggi. Ketika membekali peserta didik dengan ilmu teknologi, pendidik memiliki peran penting dalam mendampingi, memilih, menentukan, dan mengembangkan metode yang tepat sesuai kebutuhan peserta didik. Hal ini memiliki harapan dapat mencapai hasil dan tujuan pembelajaran secara optimal².

² I. Junaedi, "Proses Pembelajaran yang Efektif," *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research* 3, no. 2 (2019): 19–25.

Salah satu lingkungan pendidikan yang terdampak oleh perkembangan teknologi yaitu perguruan tinggi. Perguruan Tinggi memiliki wujud penerapan teknologi yang dapat ditemukan pada proses pembelajaran. Penyisipan teknologi dalam proses pembelajaran diharapkan dapat mendorong mahasiswa untuk memiliki kemampuan dan dapat menerapkan teori-teori yang diterima selama perkuliahan melalui penelitian ataupun dalam bentuk inovasi sebuah produk. Hal ini selaras dengan jenjang pendidikan menurut KKNI, bahwa kualifikasi mahasiswa S1 sudah berada di level 6 yang artinya mahasiswa sebagai *agent of change* dan agen pembaharuan diharapkan dapat memanfaatkan IPTEK dalam bidang keahliannya, serta dapat beradaptasi pada keadaan dengan memberikan solusi dan menyelesaikan masalah yang dihadapi. Oleh karena itu, mahasiswa dengan kemampuan pemahaman IPTEK diharapkan dapat bersaing secara global dan dapat memberikan manfaat pada lingkungan sekitar³.

Pada konteks pendidikan jenjang tinggi, teknologi menjadi salah satu pemanfaatan dalam pembelajaran biologi melalui sub disiplin bioinformatika. Bioinformatika merupakan cabang ilmu biologi modern yang mempelajari penerapan teknik komputasi untuk mengelola dan menganalisis informasi hayati. Bioinformatika mencakup penerapan metode-metode matematika, statistika, dan informatika untuk memecahkan masalah-masalah biologi.

³D. E. A. F. Ningrum, M. Amin, and B. Lukiat, “Bioinformatics Approach Based Research of Profile Protein Carbonic Anhydrase II Analysis as a Potential Candidate Cause Autism for the Variation of Learning Subjects Biotechnology,” *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)* 3, no.1 (2017): 28–35, accessed June 4, 2025, <https://doi.org/10.22219/jpbi.v3i1.3799>.

Permasalahan tersebut biasanya terkait dengan penggunaan sekuen DNA dan asam amino, atau digunakan untuk menemukan obat baru dari bahan alam⁴. Bidang bioinformatika memiliki potensi besar dalam merevolusi penelitian biologi dalam beberapa tahun ke depan. Seiring berkembangnya zaman banyak peneliti yang memanfaatkan bioinformatika dalam riset mereka, salah satunya penelitian di bidang bioteknologi kesehatan dan kedokteran.

Namun meskipun memiliki potensi cukup besar, terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi ketika bioinformatika diterapkan di perguruan tinggi, terutama dalam hal pemahaman mahasiswa. Sebab bioinformatika merupakan ilmu yang kompleks, pembelajaran tidak akan efektif jika hanya mengandalkan teori dari materi saja. Berdasarkan permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah inovasi media pembelajaran yang aplikatif sehingga mahasiswa dapat belajar dengan mudah dan menyenangkan. Media pembelajaran memiliki peran untuk membantu pendidik dalam menyampaikan materi dan memudahkan mahasiswa menyerap informasi yang disampaikan sehingga proses belajar akan lebih efektif dan efisien. Selain itu, media pembelajaran juga dapat membangkitkan rangsangan, motivasi, dan minat mahasiswa. Sehingga akan membantu mahasiswa dalam meningkatkan pemahaman, memadatkan informasi yang diterima, memudahkan menafsirkan

⁴N. M. Luscombe, D. Greenbaum, and M. Gerstein, “What Is Bioinformatics? A Proposed Definition and Overview of the Field,” *Methods of Information in Medicine* 40, no. 4 (2001): 346–358.

data serta menyajikan data dengan baik⁵. Dengan demikian pengenalan materi bioinformatika dapat diterima dengan mudah oleh mahasiswa.

Akan tetapi, faktanya pembelajaran bioinformatika tidak tersedia di program studi Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, karena bioinformatika belum masuk ke dalam kurikulum pembelajaran. Berdasarkan hasil angket yang dibagikan kepada 66 responden, sebanyak 33,3% mahasiswa memberikan pendapat jika belum mengenal bioinformatika. Hal ini menunjukkan bahwa hampir dari setengah dari responden masih asing dengan bioinformatika. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan integrasi dengan mata kuliah yang tersedia di program studi Tadris Biologi adalah salah satunya dengan menyisipkan materi bioinformatika pada mata kuliah pengantar bioteknologi.

Pengintegrasian bioinformatika ke dalam materi bioteknologi menjadi relevan karena keduanya saling berfokus pada penggunaan teknologi dalam ilmu biologi modern. Sebab melalui bioinformatika dapat memungkinkan untuk melakukan analisis data biologis secara komputasional yang berguna dalam penelitian bioteknologi⁶. Materi bioinformatika dapat disajikan dalam pembelajaran bioteknologi melalui media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Oleh karena itu, untuk menunjang pemahaman mahasiswa terhadap materi bioinformatika, media pembelajaran yang

⁵J. Junaidi, “Peran Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Mengajar,” *Diklat Review: Jurnal Manajemen Pendidikan dan Pelatihan* 3, no. 1 (2019): 45–56, accessed June 4, 2025, <https://doi.org/10.35446/diklatreview.v3i1.349>.

⁶A. Kumar and N. Chordia, “Role of Bioinformatics in Biotechnology,” *Research and Reviews: Biosciences* 12, no. 1 (2017): 116.

dikembangkan harus dikemas semenarik mungkin dengan bahasa yang ringan dan mudah dipahami.

Salah satu solusi alternatif yang dapat digunakan adalah mengembangkan media pembelajaran berupa majalah digital. Majalah digital (*E-Magazine*) dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan kepada mahasiswa. Majalah sendiri merupakan produk yang cukup populer di kalangan usia muda, namun penggunaannya hanya sebatas sebagai media informasi yang menyajikan topik-topik tertentu seperti kehidupan selebritas, olahraga, *fashion*, arsitektur, dan lain-lain. Sedangkan majalah yang memuat informasi mengenai akademik sangat jarang ditemukan. Oleh karena itu, jika dikembangkan menjadi sebuah media pembelajaran tidak hanya dapat memuat tentang materi saja tetapi juga dapat memuat informasi-informasi yang detail mengenai suatu materi dengan visual yang mendukung⁷.

Majalah digital menjadi salah satu alternatif karena memiliki sifat yang fleksibel dan mudah dibawa. Karena berbasis elektronik sehingga memudahkan mahasiswa untuk mengakses konten materi kapan saja dan dimana saja. Di dalam majalah digital juga dapat dikolaborasikan dengan berbagai elemen multimedia seperti gambar, video, serta link situs online untuk menunjang kelengkapan materi⁸. Selain itu, majalah digital yang dikembangkan dilengkapi

⁷H. B. Dani, Yahdi, and K. Ningrat, “Pengembangan Majalah Biologi (Biomagz) pada Materi Virus sebagai Alternatif Sumber Belajar Mandiri Siswa Kelas X di MAN 1 Mataram,” *Biota: Jurnal Pendidikan Biologi FITK UIN Mataram* 10, no. 1 (2017): 92–101.

⁸Rifanny Rizka Putri dan Wilda Syahri Muhamimin, “Pengembangan E-Magazine pada Materi Larutan Asam dan Basa untuk Siswa Kelas XI MIPA di SMAN 1 Kota Jambi,” unpublished paper, 2017.

dengan contoh proyek penelitian *in silico* tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai kandidat obat kanker paru-paru. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya memahami materi saja tetapi juga memperoleh wawasan mengenai penerapan bioinformatika dalam bioteknologi, serta dapat membantu mahasiswa dalam meningkatkan keterampilan ketika mengolah data biologi.

Penelitian *in silico* sendiri merupakan pemodelan atau simulasi yang digunakan untuk menemukan obat baru dengan bantuan komputasi. Pada proses kajian studi *in silico* menggunakan berbagai aplikasi dalam perangkat lunak dan algoritma untuk menganalisis struktur senyawa tanaman yang hendak diuji. Melalui simulasi model menggunakan perangkat komputer, metode *in silico* dapat meniru interaksi suatu molekul *ligan* dengan protein targetnya (reseptor)⁹. Untuk mengidentifikasi kemungkinan dari interaksi tersebut diperlukan prosedur yang sudah tervalidasi dan disebut sebagai *molecular docking*. Metode *in silico* dapat dijadikan sebagai alternatif untuk penemuan obat dari metode *in vivo* yang menggunakan hewan sebagai bahan uji coba. Dalam proses penemuan kandidat obat untuk suatu penyakit metode *in silico* dapat digunakan pada semua tahapan mulai dari skrining senyawa objek hingga uji pra-klinis. Keuntungan lain dari penelitian *in silico* yaitu biaya yang tidak terlalu besar, tidak memerlukan banyak tempat, memerlukan waktu yang relatif singkat,

⁹O. Pelkonen, M. Turpeinen, and H. Raunio, “In Vivo In Vitro In Silico Pharmacokinetic Modelling in Drug Development,” *Clinical Pharmacokinetics* 50, no. 8 (2011): 483–491.

kemampuan prediksi yang akurat, terintegrasi dengan metode lain, dan dapat mendeteksi kegagalan lebih cepat¹⁰.

Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.) dipilih karena dikenal sebagai tanaman multifungsi dan berpotensi sebagai tanaman obat. Selain itu, tanaman kelor juga kaya akan kandungan nutrisi dan khasiat dibandingkan dengan tanaman lainnya. Masyarakat Indonesia biasa memanfaatkan kelor sebagai sayuran untuk pemenuhan gizi. Namun tidak banyak orang yang tahu jika kelor dapat digunakan sebagai obat herbal berbagai macam penyakit, termasuk kanker¹¹. Allah SWT dalam Q.S. Asy-Syu'ara ayat 80 yang berbunyi:

وَإِذَا مَرِضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ

Artinya: “*Dan jika aku sakit, Dialah yang menyembuhkanku.*” (Q.S. Asy-Syu'ara:80)

Dari ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah memiliki kuasa untuk menyembuhkan segala penyakit yang diderita oleh hambanya. Akan tetapi, manusia tetap berperan andil untuk menjemput kesembuhan tersebut, salah satunya melalui pengobatan. Tanpa disadari banyak sekali keanekaragaman hayati di sekitar manusia yang memiliki khasiat khusus sebagai obat alami, salah satunya adalah tanaman kelor. Beberapa kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada daun kelor adalah flavonoid, vitamin, polifenol, karoten,

¹⁰A. A. Pratama, Y. Rifai, dan A. Marzuki, “Docking Molekuler Senyawa 5,5’-Dibromo Etil Sesamin,” *Majalah Farmasi dan Farmakologi* 21 (2017): 67–69.

¹¹A. D. Setyowati et al., “Analisa Zat Aktif Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Studi Awal Obat Kanker,” 3, no. 6 (2024): 8740–8745.

asam fenolat, glukosinolat, alkaloid, saponin oksalat, dan tanin. Pada penelitian yang dilakukan oleh Leona A, *dkk.* menunjukkan jika kandungan flavonoid pada daun kelor memberikan aktivitas antisitotoksik¹². Kemudian di penelitian yang lainnya menyebutkan bahwa ekstrak dari daun kelor menunjukkan adanya aktivitas antihipertensi, antisitotoksik, antiinflamasi, imunomodulator, analgesik, dan radioprotektif¹³. Kandungan-kandungan tersebut tentunya tidak hanya berperan dalam pengobatan kanker saja, tetapi juga dapat digunakan untuk pengobatan berbagai penyakit.

Salah satu penyakit yang berpotensi mendapatkan manfaat dari khasiat kandungan senyawa bioaktif tanaman kelor adalah kanker paru-paru. Kanker paru-paru merupakan salah satu masalah kesehatan utama di Indonesia yang mengalami peningkatan signifikan setiap tahunnya. Menurut data dari *Global Cancer Observatory* pada tahun 2020 tercatat sebanyak 34.783 insiden kanker paru-paru yang terjadi pada pria. Kanker paru-paru memiliki prevalensi angka kematian tertinggi setelah kanker payudara dan kanker serviks, yakni sebesar 13,2% dari seluruh kematian akibat kanker. Salah satunya disebabkan karena tingginya perokok aktif dan tingginya paparan asap rokok yang dapat meningkatkan risiko kanker paru-paru¹⁴.

¹²A. Leone et al., “Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves: An Overview,” *International Journal of Molecular Sciences* 16, no. 12 (2015): 12791–12835.

¹³S. Sreelatha, A. Jeyachitra, and P. R. Padma, “Antiproliferation and Induction of Apoptosis by *Moringa oleifera* Leaf Extract on Human Cancer Cells,” *Food and Chemical Toxicology* 49, no. 6 (2011): 1270–1275.

¹⁴Oke Dimas Asmara et al., “Lung Cancer in Indonesia,” *Journal of Thoracic Oncology* 18, no. 9 (September 2023): 1134–1145, [<https://doi.org/10.1016/j.jtho.2023.06.010>]

Berbagai pengobatan kanker paru-paru dalam dunia medis sudah banyak diterapkan seperti imunoterapi, kemoterapi, dan pembedahan. Akan tetapi, pengobatan medis pada penderita kanker menimbulkan stigma negatif terhadap pasien. Beberapa pasien memandang pengobatan medis menimbulkan efek samping jangka panjang ke depannya¹⁵. Selain itu pengobatan kanker secara medis juga memerlukan biaya yang tidak sedikit, sehingga banyak pasien penderita kanker memilih alternatif pengobatan lain yang relatif aman dan terjangkau. Kekhawatiran akan efek samping tersebut mendorong pasien untuk menjalani pengobatan secara tradisional. Oleh karena itu, pengembangan pengobatan berbasis bahan alam seperti tanaman kelor, yang berpotensi mendukung terapi kanker secara lebih terjangkau dan aman, dapat menjadi salah satu pendekatan strategis dalam menanggulangi beban kanker paru-paru secara menyeluruh di Indonesia.

Dari hasil analisis Rencana Pembelajaran Semester (RPS) diperoleh informasi bahwa mahasiswa harus mampu memahami aplikasi bioteknologi di bidang kesehatan dan kedokteran. Akan tetapi, media ajar yang digunakan selama pembelajaran masih terbatas seperti video, ppt, artikel jurnal, dan website, dengan metode pembelajaran berupa presentasi, kuis, dan diskusi kelas. Terbatasnya penggunaan media menimbulkan dampak yang mempengaruhi sistem pembelajaran mahasiswa, sehingga mahasiswa akan cenderung bosan. Permasalahan ini disebabkan oleh kurangnya variasi dan

¹⁵ Verhoef, M. J., Rose, M. S., White, M., & Balneaves, L. G. (2008). Declining conventional cancer treatment and using complementary and alternative medicine: A problem or a challenge? Current Oncology, 15(2), 101-106.

inovasi dari media pembelajaran yang digunakan. Analisis kebutuhan juga dilakukan kepada mahasiswa untuk mengetahui kebutuhan media pembelajaran berupa majalah digital bioinformatika melalui cara menyebar angket kepada mahasiswa tdris biologi yang sudah atau sedang menempuh mata kuliah Pengantar Bioteknologi.

Berdasarkan keterbatasan tersebut dilakukan analisis kebutuhan dengan menyebarluaskan angket kepada mahasiswa Tadris Biologi, dengan tujuan untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap pengembangan media pembelajaran yang relevan. Dari hasil angket analisis data diperoleh sebanyak 66 mahasiswa setuju (100%) apabila terdapat media pembelajaran yang mengintegrasikan bioinformatika dengan bioteknologi, khususnya pada materi bioteknologi kesehatan dan kedokteran. Sebanyak 65 (98,5%) responden setuju apabila media pembelajaran yang dikembangkan disertai dengan contoh penelitian bioinformatika di bidang kesehatan. Selain itu, dari tiga produk pengembangan yang ditawarkan sekitar 57,6% responden memilih opsi majalah digital dengan catatan media pembelajaran tersebut harus dilengkapi komponen-komponen pendukung yang dapat melibatkan peran dan keaktifan mahasiswa selama proses belajar. Selain itu, media pembelajaran berbasis majalah digital yang secara khusus mengintegrasikan bioinformatika dengan bioteknologi masih belum tersedia, khususnya pada Program Studi Tadris Biologi di Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan media pembelajaran inovatif yang dapat membantu mahasiswa memahami konsep bioinformatika dengan lebih mudah

dan aplikatif melalui penerapan pada materi bioteknologi kesehatan dan kedokteran.

Majalah Digital yang dikembangkan akan berfokus pada pengenalan bioinformatika melalui penerapan bioteknologi pada mahasiswa. Sesuai dengan kriteria yang diperoleh melalui angket analisis kebutuhan majalah tidak hanya memuat materi saja, tetapi juga akan dilengkapi dengan visual pendukung. Selain itu majalah yang dikembangkan akan dilengkapi dengan panduan dan video tutorial untuk melakukan penelitian *in silico*. Dengan demikian dapat digunakan sebagai panduan mahasiswa dalam mengoperasikan situs-situs bioinformatika untuk penelitian *in silico*. Peneliti menjadikan proyek penelitian *in silico* pada tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) untuk memprediksi kandungan senyawa bioaktifnya sebagai kandidat obat kanker paru-paru. Sehingga melalui majalah digital yang dikembangkan mahasiswa diharapkan lebih mudah dalam mempelajari bioinformatika beserta penerapannya pada materi bioteknologi, serta dapat menambah wawasan mengenai pemanfaatan bahan alam sebagai alternatif pengobatan suatu penyakit menggunakan metode penelitian *in silico*. Berdasarkan uraian permasalahan tersebut perlu dilakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Majalah Digital Bioinformatika Senyawa Bioaktif Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai Obat Kanker Paru-Paru”.

B. Perumusan Masalah

1. Identifikasi dan Pembahasan Masalah

a. Identifikasi Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

- 1) Belum tersedia mata kuliah yang secara khusus membahas bioinformatika maupun mata kuliah yang mengaplikasikan bioinformatika ke dalam pembelajaran.
- 2) Belum tersedia media pembelajaran mengenai materi bioinformatika yang diintegrasikan dengan mata kuliah lain di Program Studi Tadris Biologi, Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung.
- 3) Banyak mahasiswa Tadris Biologi yang belum mengetahui bidang bioinformatika beserta pengaplikasiannya.
- 4) Perlunya bahan ajar yang berisi gambar, tutorial, panduan, dan pembahasan yang sistematis dalam satu kesatuan.

b. Pembatasan Masalah

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dilakukan pembatasan masalah untuk memusatkan penelitian. Pembatasan masalah dilakukan supaya inti-inti masalah yang dikemukakan dalam identifikasi masalah lebih terfokus. Adapun pembatasan masalah yang dibuat yaitu:

- 1) Pengembangan bahan ajar majalah digital terfokus pada kombinasi antara bioinformatika dan pengantar bioteknologi pada materi bioteknologi kesehatan dan kedokteran.
- 2) Bahan ajar yang dikembangkan tidak hanya memuat materi saja tetapi juga memuat contoh penerapan penelitian bioteknologi kesehatan dan kedokteran melalui penelitian *in silico*.
- 3) Pada penelitian *in silico* dilakukan analisis terkait efek tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai kandidat obat untuk anti kanker paru-paru.
- 4) Penelitian *in silico* dibatasi hanya menggunakan beberapa aplikasi atau database bioinformatika yang tervalidasi dan dapat dipertanggung jawabkan.
- 5) Sumber belajar pada penelitian ini berupa majalah digital bioinformatika dan hanya terbatas pada tahap implementasi, tidak sampai pada tahap produksi massal.
- 6) Pengembangan produk menggunakan model pengembangan ADDIE, tahapannya *analyze, design, development, implement, dan evaluate*.

c. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- 1) Senyawa bioaktif apa saja yang terkandung pada tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) dan berpotensi sebagai agen antikanker paru-paru secara *in silico*?
- 2) Bagaimana kevalidan majalah digital bioinformatika senyawa bioaktif tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai obat kanker paru-paru?
- 3) Bagaimana kepraktisan majalah digital bioinformatika senyawa bioaktif tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai obat kanker paru-paru?
- 4) Bagaimana keefektifan majalah digital bioinformatika senyawa bioaktif tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai obat kanker paru-paru?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan beberapa rumusan masalah diatas, maka dapat diketahui tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui senyawa bioaktif yang terkandung pada tanaman tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) dan berpotensi sebagai agen antikanker paru-paru secara *in silico*.
2. Untuk mengetahui kevalidan majalah digital bioinformatika senyawa bioaktif tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai kandidat obat kanker paru-paru.

3. Untuk mengetahui kepraktisan majalah digital bioinformatika senyawa bioaktif tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai kandidat obat kanker paru-paru.
4. Untuk mengetahui keefektifan majalah digital bioinformatika senyawa bioaktif tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai kandidat obat kanker paru-paru.

D. Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa majalah digital bioinformatika pada bidang bioteknologi yang menginterasikan studi *in silico* tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai kandidat obat kanker paru-paru. Media ini dibuat menggunakan aplikasi Canva ukuran standar majalah sebesar 8,5 x 11 inch. Majalah digital ini mencakup beberapa bagian mulai dari cover, kata pengantar, profil majalah, daftar isi, isi majalah (meliputi topik-topik pembahasan mengenai pengenalan bioinformatika, penerapan bioinformatika dalam bioteknologi kesehatan, pengenalan penelitian *in silico*, tutorial penelitian *in silico* dengan memanfaatkan aplikasi dan situs bioinformatika), dan profil penulis.. Selain itu di dalam majalah juga dilengkapi dengan visual yang mendukung, video pembelajaran, serta panduan praktis. Produk ini akan melalui tahap validasi oleh ahli materi dan ahli media sebelum diterapkan dalam pembelajaran.

E. Kegunaan Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua kalangan baik peneliti, mahasiswa, ataupun civitas akademika. Terutama dalam hal wawasan dan keilmuan tentang bioteknologi berbasis bioinformatika mengenai senyawa bioaktif dari tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) yang dimanfaatkan sebagai obat antikanker khususnya kanker paru-paru, sehingga dapat digunakan untuk mengembangkan bidang tersebut dalam lingkup yang lebih luas.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Mahasiswa

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan minat, motivasi, keaktifan dan pemahaman mahasiswa dalam pembelajaran. Adanya penelitian dan pengembangan modul ini dapat digunakan untuk mengenalkan mahasiswa pada pendekatan bioinformatika yang diaplikasikan dalam mata kuliah bioteknologi melalui penelitian *in silico*.

b. Bagi Dosen

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan referensi bahan ajar tentang bioinformatika melalui penelitian *in silico* uji kandungan senyawa bioaktif pada tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai obat kanker paru-paru dalam menunjang pembelajaran bioteknologi, khususnya materi

bioteknologi kesehatan dan kedokteran. Selain itu pengembangan bahan ajar dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi penunjang bahan ajar yang dapat diaplikasikan di jam pembelajaran maupun di luar jam pembelajaran.

c. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat memberikan pengalaman eksperimen maupun pengembangan bahan ajar berupa modul interaktif bioteknologi menggunakan pendekatan bioinformatika, dengan memanfaatkan potensi tumbuhan di lingkungan sekitar sebagai obat herbal bagi penderita kanker paru-paru.

d. Bagi Peneliti Selanjutnya

Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat menjadikan penelitian ini sebagai referensi untuk mengkaji lebih dalam lagi dan mengembangkan ke ranah yang lebih luas untuk memperbanyak penemuan dalam dunia penelitian dan pendidikan.

F. Penegasan Istilah

1. Secara Konseptual

a. Penelitian Pengembangan

Pengembangan adalah suatu usaha untuk meningkatkan kemampuan teknis, teoritis, konseptual, dan moral sesuai dengan kebutuhan melalui pendidikan dan latihan. Pengembangan adalah suatu proses mendesain pembelajaran secara logis, dan sistematis dalam rangka untuk menetapkan segala sesuatu yang akan

dilaksanakan dalam proses kegiatan belajar dengan memperhatikan potensi dan kompetensi peserta didik¹⁶. Sedangkan penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) merupakan penelitian yang berfokus pada pengembangan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sebelumnya sudah ada. Penelitian pengembangan dapat dijadikan penghubung antara penelitian dasar dengan penelitian terapan¹⁷. Dalam penelitian ini pengembangan yang dimaksud ialah proses pengembangan media pembelajaran berupa modul interaktif pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan yang menggunakan pendekatan bioinformatika.

b. Majalah Digital (*E-Magazine*)

Majalah digital (*E-Magazine*) merupakan majalah yang disajikan dalam bentuk elektronik. Secara hakikat pengertian majalah digital dengan majalah cetak adalah sama, yaitu suatu media yang memuat berbagai informasi aktual dan terkini. Namun, secara fisik majalah digital tidak dicetak menggunakan kertas, melainkan berupa file digital yang diunggah dalam situs tertentu dan dapat

¹⁶Abdul Majid, *Perencanaan Pembelajaran* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2005), 24.

¹⁷A. Rustamana et al., “Penelitian dan Pengembangan (Research & Development) dalam Pendidikan,” *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa dan Sastra* 2, no. 3 (2024): 60–69, accessed June 4, 2025, <https://doi.org/10.61132/bima.v2i3.1014>.

diakses menggunakan media elektronik, seperti laptop, komputer, tablet, dan handphone¹⁸.

c. Bioinformatika

Bioinformatika merupakan disiplin ilmu yang menghubungkan ilmu biologi dan teknologi informasi. Perkembangan bioinformatika didasari oleh perkembangan teknologi di era globalisasi, sehingga harapannya bioinformatika dapat digunakan untuk menjawab permasalahan bidang biologi yang kompleks¹⁹. Bidang ini mencakup penerapan metode-metode matematika, statistika, dan informatika untuk memecahkan masalah-masalah biologi, terutama yang terkait dengan penggunaan sekuen DNA dan asam amino, bahkan dapat digunakan sebagai alternatif penemuan obat baru dari bahan alam.

d. Senyawa Bioaktif

Senyawa bioaktif merupakan senyawa yang ditemukan dalam tubuh hewan maupun tumbuhan, senyawa ini dapat digunakan sebagai bahan dasar obat yang mempunyai efek fisiologis di dalam

¹⁸Rifanny Rizka Putri and Wilda Syahri Muhamimin, “Pengembangan E-Magazine pada Materi Larutan Asam dan Basa untuk Siswa Kelas XI MIPA di SMAN 1 Kota Jambi,” unpublished paper, 2017.

¹⁹Anto Satriyo Nugroho, “Bioinformatika dan Pattern Recognition,” *IlmuKomputer.Com*, 2003, accessed June 4, 2025, <https://asnugroho.net/papers/ikcbioinf.pdf>.

tubuh, seperti halnya sebagai antikanker, antihipertensi, antioksidan, dll²⁰.

e. Tanaman Kelor (*Moringa oleifera L.*)

Kelor (*Moringa oleifera L.*) merupakan tanaman berkayu yang memiliki tekstur lunak. Batangnya memiliki diameter 30 cm dan tidak terlalu tinggi. Daun kelor memiliki bentuk menyirip, berukuran kecil sebesar ujung jari, dan berbentuk bulat telur. Bunganya berwarna putih, putih kekuningan, dan merah, perbedaan warna ini tergantung dari setiap jenisnya²¹. Tanaman ini memiliki kaya akan manfaat, terutama bagian daunnya. Masyarakat banyak menggunakan daun kelor sebagai sayur atau obat-obatan herbal. Hal ini dikarenakan di dalam kandungan daun kelor terdapat beberapa senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai antioksidan, antikanker, antiangiogenik, antibakteri, dll.

f. *In silico*

Istilah '*in silico*' adalah kata modern yang biasanya digunakan untuk mengartikan eksperimen yang dilakukan oleh komputer dan berkaitan dengan istilah biologi yang lebih umum dikenal *in vivo* dan *in vitro*. Metode *in silico* merupakan penelitian yang

²⁰S. Salni, H. Marisa, and R. Mukti, "Isolasi Senyawa Antibakteri dari Daun Jengkol (*Pithecellobium lobatum* Benth) dan Penentuan Nilai KHM-nya," *Jurnal Penelitian Sains* 14, no. 1 (2011): 38–41.

²¹N. S. Palupi, F. R. Zakaria, and E. Prangdimurti, "Pengaruh Pengolahan terhadap Nilai Gizi Pangan," *Modul e-Learning ENBP*, Departemen Ilmu & Teknologi Pangan, FATETA, IPB, 2007.

menggunakan pemodelan atau simulasi dengan bantuan komputasi dan banyak digunakan dalam penemuan obat baru²². Melalui uji *in silico* dapat digunakan untuk mengetahui interaksi antara suatu senyawa dengan molekul target, salah satunya reseptor. Interaksi senyawa dengan reseptor dapat divisualisasikan dengan metode komputasi dan dapat digunakan untuk mengetahui pharmacophore dari suatu senyawa, istilah ini disebut sebagai *molecular docking*.

2. Secara Operasional

a. Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan (R&D) adalah penelitian yang berfokus pada pengembangan sebuah produk, baik dari produk yang sudah ada ataupun mengembangkan sebuah produk baru.

b. Majalah Digital (*E-Magazine*)

Majalah digital (*E-Magazine*) merupakan sebuah media informasi yang memuat berita aktual dan informatif yang diunggah pada suatu situs online dan dapat diakses melalui media elektronik.

²²O. Pelkonen, M. Turpeinen, and H. Raunio, “In Vivo In Vitro In Silico Pharmacokinetic Modelling in Drug Development,” *Clinical Pharmacokinetics* 50, no. 8 (2011): 483–491.

c. Bioinformatika

Bioinformatika merupakan hasil dari kombinasi antara ilmu informatika dengan biologi. Bidang ini memiliki materi yang kompleks, karena mencakup beberapa keilmuan lainnya.

d. Senyawa Bioaktif

Senyawa bioaktif adalah senyawa yang terkandung di dalam tubuh makhluk hidup, dan dapat digunakan sebagai obat berbagai macam penyakit.

e. Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan tanaman multiguna yang memiliki beraneka ragam khasiat. Salah satu organ yang banyak dimanfaatkan dari kelor adalah bagian daun. Di dalam daun kelor mengandung senyawa bioaktif yang salah satunya dapat berperan sebagai obat anti kanker, termasuk kanker paru-paru.

f. *In silico*

In silico merupakan metode penelitian yang menggunakan pemodelan atau simulasi berbantuan komputasi. Biasanya metode *in silico* banyak digunakan untuk merumuskan atau menemukan obat-obatan baru dalam dunia medis.

G. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan berguna untuk memudahkan pembaca memahami isi dari penelitian. Untuk itu penulis perlu menyusun

pembahasan yang sistematis sehingga dapat menyajikan hasil penelitian yang baik. Pembahasan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa poin sebagaimana berikut:

1. **Bagian Awal**

Bagian awal terdiri dari halaman sampul, halaman judul, halaman persetujuan, halaman pengesahan, halaman pernyataan keaslian tulisan, halaman motto, halaman persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar lampiran, dan abstrak.

2. **Bagian Utama**

Pada bagian utama terdiri dari beberapa poin pembahasan diantaranya sebagai berikut:

- a. **BAB I :** Pendahuluan yang memuat Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Hipotesis Penelitian, Spesifikasi Produk yang Diharapkan, Kegunaan Penelitian, Penegasan Istilah, dan Sistematika Pembahasan.
- b. **BAB II :** Landasan Teori yang memuat Deskripsi Teori mengenai penelitian dan pengembangan, model pengembangan, pemahaman konsep judul, Kerangka Berpikir, Hipotesis (produk yang akan dihasilkan), dan Penelitian Terdahulu.
- c. **BAB III :** Metode Penelitian yang memuat Jenis dan Desain Penelitian dan Pengembangan, Model Pengembangan, Teknik Pengumpulan Data, Instrumen Penelitian, dan Teknik Analisis Data.

- d. **BAB IV :** Hasil Penelitian dan Pembahasan yang memuat Hasil Penelitian dan Pengembangan, serta Pembahasan Penelitian dan Pengembangan
- e. **BAB V :** Kesimpulan dan Saran yang memuat Kesimpulan dan Saran-Saran terhadap penelitian.

3. Bagian Akhir

Pada bagian akhir terdiri dari daftar pustaka serta lampiran-lampiran penelitian.