

Pengembangan *E-Module* Materi Bioinformatika Berbasis *In Silico* Senyawa Tanaman Herbal Untuk Peserta Didik SMA/MA



Ajeng Putri Widowati ^{a*}, Atok Miftachul Hudha ^{a*}, Lud Waluyo ^{a*}, Yuni Pantiwati ^{a*}, Rr Eko Susetyorini ^{a*}

^a Department of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No.246, Malang, East Java 65144, Indonesia

* Email penulis korespondensi: ajengwidowati218@gmail.com, atok@umm.ac.id, lud@umm.ac.id, yunipantiwati@umm.ac.id, susetyorini@umm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan bahan ajar pembelajaran berupa modul elektronik (*e-module*) yang dibuat berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru biologi di MA Unggulan Singa Putih Munfaridin Kecamatan Prigen- Pasuruan. Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan metode *Research and Development (R&D)*, sedangkan model pengembangannya menggunakan pendekatan *ADDIE* yang terdiri dari 5 (lima) langkah, meliputi: (1) *analyze* (analisis), (2) *design* (perancangan), (3) *development* (pengembangan), (4) *implementation* (implementasi) dan (5) *evaluation* (evaluasi). Teknik dalam penelitian ini menggunakan tiga jenis yakni observasi, wawancara, dan penilaian instrumen/ kuesioner. Instrumen pengumpulan data terdiri dari instrumen studi pendahuluan yang melakukan observasi dan wawancara dengan guru biologi MA Unggulan Singa Putih, instrumen validasi ahli materi, ahli media, respon guru, dan respon siswa. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di sekolah menunjukkan bahwa sekolah membutuhkan bahan ajar dengan memanfaatkan teknologi dan melibatkan kearifan lokal. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) *e-module* dikembangkan menggunakan aplikasi *canva* dan dipublikasikan menggunakan *flip PDF Corporate Edition*; (2) hasil uji kelayakan berdasarkan rata-rata persentase validasi oleh ahli materi sebesar 90,5%, ahli media sebesar 91,5%, dan ahli bahasa sebesar 89,2%; (3) hasil uji kepraktisan didapatkan rata-rata persentase sebesar 93,3%; (4) hasil uji kelayakan dan reliabilitas instrumen respon siswa dinyatakan valid dan layak untuk digunakan sebagai instrumen untuk mengetahui respon siswa.

Kata kunci: Modul Elektronik, *ADDIE*, Bioinformatika, *In Silico*, *Molecular Docking*

PENDAHULUAN

Pendidikan abad 21 dipertimbangkan dalam menciptakan pendidikan yang dapat menghasilkan produk berupa sumber daya yang kritis berpikir, dengan tujuan membangun pondasi tatanan sosial dan ekonomi yang sadar ilmu pengetahuan sebagaimana masyarakat abad 21 (Ramadhani & Yudiono, 2020; Wijaya, E. Y., D. A. Sudjimat, 2016). Pendidikan abad ini, diperkirakan dapat mencapai kesetaraan yang mampu menguasai keterampilan apapun, seperti berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), bekerjasama (*collaboration*), dan berkomunikasi (*communication*) dalam pembelajaran (Kemendikbud, 2017). Pada keputusan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi No. 262/M/2022 tentang

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

perubahan atas Keputusan Mendikbutristek No. 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Rangka Pemulihan Pembelajaran, disebutkan pula tentang Kurikulum merdeka yang berfokus pada siswa dengan memprioritaskan pertumbuhannya secara keseluruhan dan mengembangkan *hard skill* dan karakter peserta didik (Makarim, 2022).

Bidang pelajaran IPA atau Biologi memberikan landasan pembelajaran yang komprehensif dalam memahami konsep-konsep ilmiah, metode kerja ilmiah, serta kajian sistematis terhadap makhluk hidup beserta seluruh aspek kehidupannya (Yahdiyani et al., 2022). Pembelajaran biologi melatih siswa untuk mengembangkan kemampuan deduktif, analitis, berpikir kritis, induktif, serta keterampilan dalam penyelesaian permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya, disamping itu siswa dilatih untuk mengembangkan kompetensi, serta pemahaman keterampilan (Athiyah, 2018). Menurut Hidayah (2022) mengatakan bahwa pembelajaran teori dengan perangkat seperti LKS (Lembar Kerja Siswa) dan buku teks masih belum memberikan hasil yang maksimal. Proses pembelajaran akan lebih optimal apabila terdapat proses praktik, dimana hal itu menjadi suatu parameter terhadap peserta didik dalam meningkatkan kemampuan psikomotorik. Kegiatan praktik juga perlu dilengkapi dengan perangkat pembelajaran seperti materi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa (Hidayah, 2022; Najamuddin et al., 2021).

Bioinformatika adalah kajian ilmu yang bersifat multidisipliner yang merupakan perpaduan biologi molekuler, matematika, dan informatika, selain itu juga dimaknai sebagai ilmu komputasi untuk melakukan analisis dan menggambarkan data biologi molekuler (Ningrum et al., 2017; Wibisono & Putri, 2021; Witarto & Sajidan, 2010). Perkembangan teknologi informasi banyak memberi kontribusi signifikan dalam mendorong pertumbuhan eksponensial inovasi, khususnya di bidang farmasi dan medis. Pada era eksperimen mulai banyak memanfaatkan perangkat komputer, yang biasa disebut dengan *in silico*, sebagai alternatif untuk mempercepat dan mendukung proses pengujian yang sebelumnya dilakukan secara *in vivo* maupun melalui pendekatan *in vitro* (Knape et al., 2015). Kemajuan teknologi membantu bidang kesehatan khususnya farmasi dalam menemukan kandidat obat baru dengan mengangkat tanaman herbal lokal sebagai salah satu bahan penelitian secara *in silico* (Dewi, Yuli K, 2020). *In silico* adalah studi melalui program komputer, *in vitro* merupakan studi tentang komponen kandungan organisme yang diisolasi untuk mengetahui kandungan alaminya, sedangkan *in vivo* adalah studi yang dilakukan menggunakan organisme hidup secara langsung (Rita, Endah, 2021). Citra perbedaan analisis protein dan gen secara *in silico*, *in vivo*, dan *in vitro*.

Sesuai hasil studi pendahuluan melalui wawancara dan observasi oleh peneliti terhadap guru biologi terdapat permasalahan dalam pembelajaran materi bioteknologi di MA Unggulan Singa Putih Munfaridin Kec Prigen- Pasuruan diperoleh data, yaitu: (1) kurangnya media, bahan ajar dan sumber belajar untuk pembelajaran materi bioinformatika; (2) guru membutuhkan alternatif untuk menjawab problematika kurangnya media, bahan ajar, dan sumber belajar untuk pembelajaran bioinformatika; (3) materi bioinformatika perlu diperkenalkan kepada siswa dalam bentuk materi pembelajaran yang dirancang sesuai dengan kemajuan teknologi terkini; (4) bioinformatika adalah salah satu contoh bioteknologi modern yang dapat diperkenalkan kepada siswa. Bioinformatika menjadi salah satu contoh utama pembahasan bioteknologi modern yang tidak membutuhkan biaya yang relatif mahal, peralatan canggih, ataupun ahli yang memadai pada saat melakukan uji nya. Selain itu, bioinformatika dapat menjadi bahan ajar ditingkat SMA/MA sebagai alat untuk menjembatani teori abstrak dengan data riil, melatih keterampilan abad ke -21 dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), serta relevansi dengan isu kesehatan dan pandemi (Bayat, 2002; Hafsani, 2021).

METODE

1. Jenis Penelitian

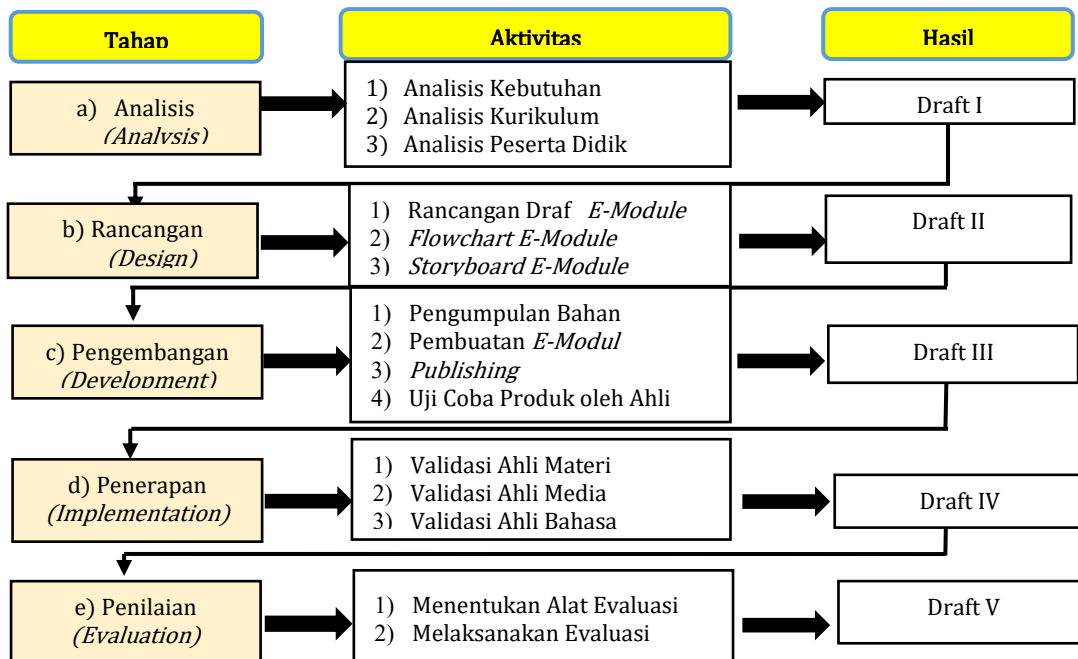
Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dimana penelitian ini memiliki karakteristik utama berlatarbelakang alami, nyata, dengan metode seperti observasi, wawancara, dan menelaah dokumen (Subandi, 2011). Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development (R&D)*, sedangkan model pengembangan yang diterapkan yaitu model pengembangan ADDIE yang terdiri atas 5 langkah, meliputi: (1) *analyze* (analisis), (2) *design* (perancangan), (3) *development* (pengembangan), (4) *implementation* (implementasi) dan (5) *evaluation* (evaluasi).

2. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah narasumber yang merupakan sampel untuk mendapatkan informasi tentang pembelajaran biologi khususnya bab bioteknologi modern dikelas. Subjek/responden dalam penelitian ini adalah guru mata pelajaran biologi, dan dua peserta didik kelas X. Sedangkan objek dari penelitian adalah pengembangan bahan ajar berupa modul elektronik bioinformatika yang didapatkan dari informan terkait fenomena dan latarbelakang permasalahan saat pembelajaran di MA Unggulan Singa Putih Munfaridin Kec. Prigen-Pasuruan.

3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini melakukan pengembangan bahan ajar *e-module* pembelajaran Bioinformatika berbasis *in silico* dan *molecular docking* pada senyawa tanaman herbal yang berpotensi sebagai kandidat obat. Rancangan instruksional model ADDIE memiliki tujuan yang efektif berfokus pada aktivitas tugas otentik, pengetahuan yang kompleks, dan masalah alami (Hidayat & Nizar, 2021). Pada penelitian ini, prosedur modifikasi alur pengembangan model ADDIE untuk bahan ajar modul elektronik Bioinformatika disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Modifikasi Prosedur Pengembangan Model ADDIE Modul Elektronik

4. Teknik Pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi wawancara mendalam, observasi, dokumentasi, dan penyebaran instrumen atau angket. Wawancara dilakukan pada guru mata pelajaran biologi peserta didik berinisial dengan tujuan mendapatkan informasi terkait kesulitan yang dihadapi saat kegiatan pembelajaran dikelas. Hasil dari proses wawancara dan observasi digunakan sebagai studi pendahuluan untuk menentukan bahan ajar yang tepat disekolah MA Unggulan Singa Putih. Dokumentasi diterapkan untuk memperoleh data berupa foto, gambar, video, merekam catatan-catatan penting yang berkaitan dengan penelitian, sedangkan instrumen atau angket digunakan dengan tujuan mengetahui kepraktisan dan kelayakan media pembelajaran *e-module* bioinformatika yang akan ditunjukkan kepada validator ahli materi, media, bahasa, guru dan peserta didik

5. Instrumen Validasi Ahli

Instrumen atau angket validasi pada penelitian ini meliputi instrumen validasi ahli materi, validasi ahli media, dan validasi ahli bahasa untuk tujuan mendapatkan penilaian kelayakan bahan ajar modul elektronik yang dirancang. Validasi ahli materi, ahli media, dan ahli kebahasaan dilakukan untuk menyesuaikan materi capaian pembelajaran (CP) pada Kurikulum Merdeka elemen fase E terkait pemahaman biologi dan keterampilan proses peserta didik. Penilaian modul elektronik dilakukan oleh dosen dengan kriteria kelulusan S2 atau S3 serta lulusan S2 Bahasa dan Sastra Indonesia untuk validator ahli bahasa. Sedangkan untuk tujuan penilaian kepraktisan modul elektronik bioinformatika, dilakukan pada guru mata pelajaran biologi dan peserta didik kelas X di MA Unggulan Singa Putih.

6. Teknik Analisis Data

Data hasil penilaian instrumen atau angket modul elektronik bioinformatika diperoleh dari ahli materi, ahli media, ahli bahasa, penilaian kepraktisan dari respon guru, dan peserta didik. Kriteria validasi instrumen kelayakan dan kepraktisan disajikan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Kriteria Validasi Instrumen Kelayakan dan Kepraktisan

Skor	Kriteria Penilaian
1	Sangat kurang layak/ praktis
2	Kurang layak/ praktis
3	Cukup layak/ praktis
4	Layak/ praktis
5	Sangat layak/ praktis

Sumber: (Hikmah et al., 2020; Sugiyono, 2017) dimodifikasi

Penilaian terhadap ahli materi, media, bahasa, serta respons dari guru dan siswa dihitung dengan menerapkan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah Skor Total}} \times 100\%$$

Setelah memperoleh skor, langkah berikutnya yaitu menghitung nilai *mean* untuk menentukan skor akhir yang disesuaikan dengan pedoman interpretasi nilai sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kriteria Presentase Skor

Skor	Kriteria Penilaian
0%- 20%	Sangat kurang layak/ praktis
21%- 40%	Kurang layak/ praktis
41%- 60%	Cukup layak/ praktis
61%- 80%	Layak/ praktis
81%- 100%	Sangat layak/ praktis

Sumber: (Hikmah et al., 2020; Latifah et al., 2016)

7. Analisis Validasi dan Reabilitasi Instrumen Respon Siswa

Uji validitas adalah uji yang bertujuan untuk mengukur tentang data yang diteliti valid atau tidak valid, dengan kriteria apabila r -hitung lebih besar dari r -tabel maka dikategorikan valid, namun jika sebaliknya maka dikategorikan tidak valid. Sedangkan uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh seberapa jauh kuesioner atau instrumen yang digunakan dalam penelitian. Menggunakan program SPSS 22.0 for windows, variabel dinyatakan reliabel dengan kriteria nilai *Cronbach's Alpha* lebih dari 0,6 maka dikategorikan reliabel, maka jika sebaliknya maka dikategorikan tidak reliabel

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Awal Pengembangan Modul Elektronik

a) *Analyze*

1) Analisis Kebutuhan

Pada tahap penelitian analisis, metode yang diterapkan oleh peneliti yakni wawancara dan observasi (pengamatan) di MA Unggulan Singa Putih, Prigen, Pasuruan. Observasi yang dilaksanakan di kelas X dan tahap wawancara, pada guru Biologi bernama Ni'matul Ula, S.Pd serta dua peserta didik kelas X yakni SAI dan AH. Kegiatan pada tahap ini, adalah asesmen awal untuk mengumpulkan informasi yang akan diterapkan sebagai acuan pada pengembangan bahan ajar *e-module*. Berikut adalah rangkuman hasil observasi dan wawancara yang dilakukan:

- (a) Kurangnya media dan bahan ajar terbaru di kelas X MA Unggulan Singa Putih, Prigen, Pasuruan
- (b) MA Unggulan Singa Putih merupakan sekolah yang berbasis pondok pesantren modern, dimana siswa dibiasakan agar belajar mandiri, inovatif, mengikuti kemajuan teknologi dan mengutamakan kearifan lokal sebagai bahan praktik. Sekolah sangat memerlukan sumber belajar yang menarik dan informatif terkait perkembangan ilmu pengetahuan
- (c) Materi bioinformatika perlu diperkenalkan kepada siswa dalam bentuk bahan ajar modern yang disesuaikan dengan perkembangan jaman;
- (d) Bioinformatika merupakan variasi pembelajaran untuk mengetahui deteksi awal potensi suatu senyawa sebagai kandidat obat.

2) Analisis Kurikulum

Tujuan menganalisis kurikulum yakni pengumpulan informasi yang berkaitan dengan materi yang akan diimplementasikan menjadi bahan ajar *e-module*. Sekolah MA Unggulan Singa Putih telah menerapkan kurikulum terbaru yakni Kurikulum Merdeka, dimana pembelajaran yang bersifat proyek atau praktik untuk pengembangan *soft skills* dan karakteristik siswa sejalan dengan Pelajar Pancasila (Hakim, Nur Lukman, 2020).

3) Analisis Peserta Didik

Hasil analisis peserta didik didapat dari observasi kelas, wawancara guru dan siswa. Sesuai hasil wawancara dengan guru mata pelajaran biologi dan dua orang siswa, dapat disimpulkan bahwa karakter siswa terbentuk dari kebiasaan siswa yang belajar secara mandiri. Peserta didik yang belajar disekolah merupakan peserta didik yang juga merupakan santri pondok pesantren, dimana oleh pengasuh Romo Kyai dan ibu Nyai, para ustadz/ ustadzah didalam pesantren serta guru-guru disekolah yang selalu melatih dengan kemandirian, kecakapan, kreativitas, dan mengikuti pembelajaran sesuai perkembangan teknologi yang ada. Media belajar yang terbatas membuat proses pembelajaran menjadi terhambat dari guru kepada siswa dan sebaliknya, dan karakter siswa yang menyukai belajar runtut, praktik dengan sentuhan konvensional juga modern serta gaya belajar sebagian siswa antara gaya belajar kinestetik, audio, dan visual.

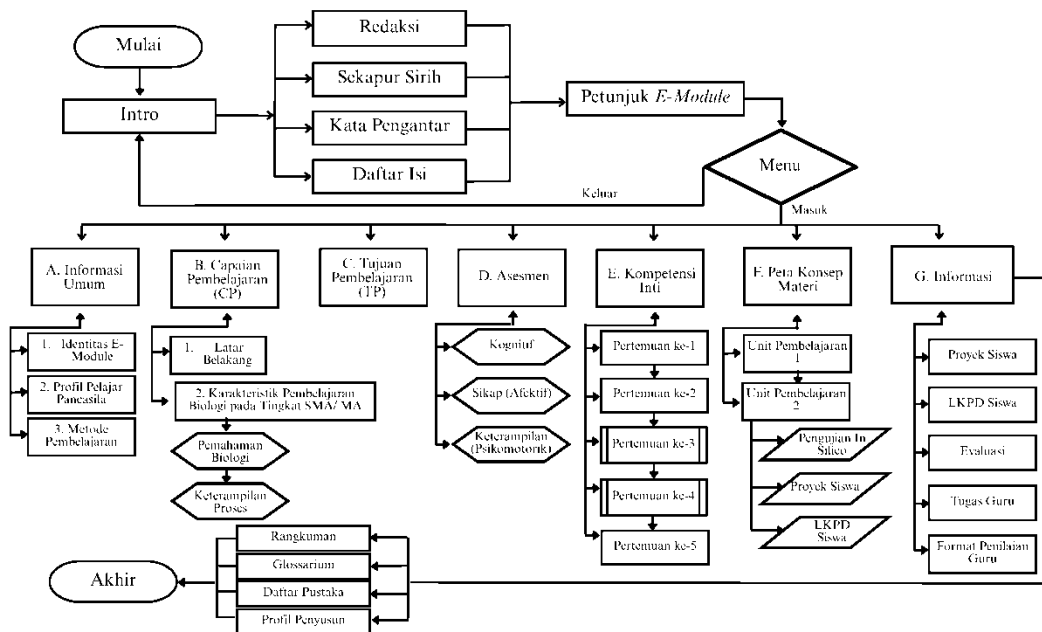
b) Design

1) Rancangan Draft Modul Elektronik

Kegiatan awal dalam pengembangan bahan ajar adalah merancang draf modul elektronik bioinformatika, dengan susunan antara lain: halaman sampul, redaksi, sekapur sirih, kata pengantar, daftar isi, petunjuk modul elektronik, daftar isi, glossarium, dan profil penyusun. Petunjuk penggunaan modul berisi yakni informasi umum, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran, asesmen, kompetensi inti, peta konsep materi, dan informasi.

2) *Flowchart* Modul Elektronik Bioinformatika

Kegiatan menyusun *flowchart* memiliki tujuan penting dalam tahap desain yang akan dikembangkan menjadi produk modul elektronik (*e-module*), salah satunya untuk memvisualisasikan urutan langkah- langkah atau proses dengan runtut, jelas, dan detail terutama pada kegiatan yang bersifat kompleks dan terstruktur. Hasil kegiatan merancang *flowchart* modul elektronik (*e-module*) bioinformatika yang disajikan pada **Gambar 2**:



Gambar 2. Flowchart Modul Elektronik Bioinformatika

3) *Storyboard* Modul Elektronik Bioinformatika

Pembuatan *storyboard* sendiri memiliki tujuan penting yakni memvisualisasikan produk rancangan modul elektronik, menjelaskan alur narasi bergambar, penempatan sudut pandang, kesinambungan antar elemen secara runtut sebuah materi pembelajaran, perangkat, serta informasi penting menjadi sebuah alur cerita.

c) Development

1) Pengumpulan Bahan

Kegiatan pengumpulan bahan merupakan kegiatan penting sebagai bahan dasar untuk pengembangan produk bahan ajar yang disesuaikan dengan kebutuhan. Beberapa kegiatan yang dilakukan antara lain, pembuatan rencana pembelajaran, pembuatan langkah-langkah pengujian, melakukan pengujian *in silico* dan *molecular docking* yang hasil dari kedua pengujian digunakan untuk konten elektronik modul (*E-Module*).

2) Pembuatan Modul Elektronik Bioinformatika

Modul elektronik bioinformatika dibuat menggunakan sebuah aplikasi *web* yakni *canva* dan memanfaatkan fitur- fitur canggih didalamnya seperti membuat *barcode* atau *shortlink*

yang akan dipasang pada konten modul elektronik bioinformatika. *Barcode* atau *shorlink* yang akan dipasang pada konten modul juga menjadi salah satu keunggulan utama berbasis elektronik. Hal tersebut bertujuan menjangkau segala kebutuhan seperti konten video, gambar, materi pembelajaran serta konten kuis yang tersambung dengan *webserver* atau aplikasi berbeda yang tidak pasang didalam konten *e-module* bioinformatika.

3) ***Publishing***

Proses *publishing* mencakup pengunggahan *e-module* dalam format PDF yang bisa diakses secara *online* melalui *link* di laptop, *smartphone*, atau komputer, serta dalam format *exe* untuk penggunaan *offline* di computer/laptop. *Software* yang dimanfaatkan pada proses ini yaitu *Flip PDF Corporate Edition*. Saat *publishing* dilaksanakan penambahan video, kuis, LKPD, dan beberapa konten materi yang dapat diakses melalui *barcode* dan *link* yang terdapat dalam *e-module*.

4) Uji Coba Produk Modul Elektronik

Kegiatan berikutnya adalah melakukan validasi produk modul elektronik oleh ahli bahasa, media, dan materi untuk menguji kelayakan modul elektronik (*e-module*) bioinformatika. Hasil validasi diperoleh predikat layak dari segi materi, media, dan bahasa. Setelah itu juga dilaksanakan uji respon siswa dan guru untuk mendapatkan validasi kepraktisan.

d) Implementation

Produk modul elektronik (*e-module*) Bioinformatika yang telah dinyatakan layak oleh validator, selanjutnya di ujicobakan kepada guru biologi berjumlah 1 orang dan kepada siswa yang masuk kedalam uji kelompok kecil berjumlah 10 siswa kelas X di MA Unggulan Singa Putih, kec. Prigen, kab. Pasuruan. Uji coba respon guru dan respon siswa dilaksanakan secara *online* yang sudah mempelajari materi Bioteknologi Modern secara daring melalui *google form* dan aplikasi *online* lainnya. Produk modul elektronik (*e-module*) dan lembar validasi respon guru dikirim melalui *WhatsApp*, begitupun dengan siswa dilakukan hal yang sama. Hasil respon guru dan siswa akan masuk kedalam *dashboard webserver* yang tertaut dengan *gmail* peneliti, sehingga peneliti dapat mengetahui hasil respon secara langsung ketika telah dilakukan validasi pada produk.

e) Evaluation

Tahapan evaluasi yakni melakukan revisi terhadap produk modul elektronik (*e-module*) bioinformatika yang didasarkan pada saran dan komentar dari ahli bahasa, media, dan materi. Sesudah revisi berdasarkan para ahli, berikutnya dilaksanakan revisi mengacu pada respon guru dan siswa pada tahap implementasi.

2. Hasil Validasi Kelayakan Modul Elektronik Bioinformatika

a) Hasil Validasi Ahli Materi

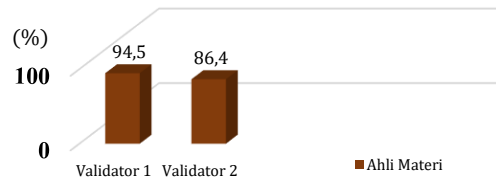
Kegiatan validasi dilakukan oleh beberapa penilai (validator) berdasarkan keahlian, yakni ahli bahasa, media, dan materi. Validator ahli materi yakni Fuad Jaya Miharja S. Pd. M. Pd. sebagai ahli materi 1 dan Ahmad Fauzi S. Pd. M. Pd. sebagai ahli materi 2 yang merupakan dosen Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang. Proses validasi materi bertujuan untuk mendapatkan penilaian atas kelayakan produk *e-module* bioinformatika yang dikembangkan sebagai bahan ajar di MA Unggulan Singa Putih.

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025

Hasil validasi ahli materi 1 dan ahli materi 2 disajikan pada **Tabel 3** dan **Gambar 3**.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Materi 1 dan Materi 2

Hasil Penilaian	Ahli Materi 1	Ahli Materi 2
Jumlah Skor Penilaian	104	95
Jumlah Skor Maksimum	110	110
Persentase Kualitas <i>E-Module</i> Bioinformatika	94,5%	86,4%
Kategori	Sangat Layak	Sangat Layak



Gambar 3. Diagram Persentase Hasil Validasi Ahli Materi

Berdasarkan **Tabel 3** dan **Gambar 3** hasil penilaian ahli materi (validator) 1, memperoleh persentase kualitas *e-module* bioinformatika sebesar 94,5% dengan kategori “sangat layak”. Validator 1 memberikan saran yakni agar penulis memberikan penguatan konteks materi bioinformatika dalam kehidupan sehari-hari dan pertanyaan yang harus terjawab adalah, “apa manfaat atau mengapa siswa perlu belajar atau paham bioinformatika?”. Selain itu, validator 1 memberikan kesan untuk peneliti, agar memperbaiki beberapa *part* atau bagian seperti gambar, dan *font* sebaiknya tidak menggunakan bentuk *bold*. Sedangkan penilaian validator ahli materi 2 memiliki persentase sebesar 86,4% dengan kategori “sangat layak”. Pada penilaian kelayakan oleh validator 2, diberikan catatan tentang *e-module* yakni tentang tampilan modul elektronik bioinformatika yang sangat menarik dan berbasis teknologi saat ini. Selain itu, meskipun secara umum sudah sangat baik, namun masih perlu revisi sesuai catatan yang diberikan agar tidak menimbulkan miskonsepsi pada beberapa definisi kata, contohnya definisi *moleculer docking* yang perlu direvisi dan digali kembali pengertian lebih dalam dari referensi yang terpercaya, serta definisi bioteknologi dan bioteknologi modern tidak perlu di definisikan dua kali pada glossarium.

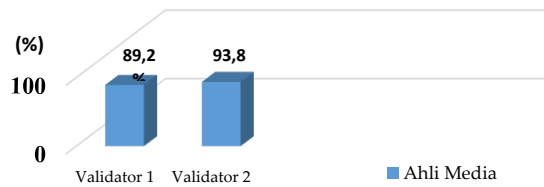
b) Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilaksanakan oleh 2 validator yakni Dr Nurwidodo, M.Kes sebagai ahli media 1 dan Tutut Indria Permana, S.Pd, M.Pd ahli media 2 yang adalah dosen Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Malang. Proses validasi materi memiliki tujuan untuk mendapatkan penilaian atas kelayakan produk *e-module* bioinformatika yang dikembangkan sebagai bahan ajar di MA Unggulan Singa Putih. Data hasil validasi ahli media 1 dan ahli media 2 disajikan pada **Tabel 4** dan **Gambar 4**.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media 1 dan Media 2

Hasil Penilaian	Ahli Media 1	Ahli Media 2
Jumlah Skor Penilaian	58	61
Jumlah Skor Maksimum	65	65
Persentase Kualitas <i>E-Module</i> Bioinformatika	89,2%	93,8%
Kategori	Sangat Layak	Sangat Layak

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025



Gambar 4. Diagram Persentase Hasil Validasi Ahli Media

Berdasarkan **Tabel 4** dan **Gambar 4**, hasil penilaian yang diperoleh dari validator ahli media 1, yakni jumlah skor penilaian sebesar 58 dari jumlah skor maksimal sebesar 65, persentase yang didapat adalah sebesar 89,2% dengan kategori “sangat layak”. Validator ahli media 1 memberi catatan berupa saran pengembangan *e-module* bioinformatika yakni penggunaan modul efektif dan efisien untuk anak SMA, namun beberapa bagian perlu diperbaiki seperti huruf perlu menggunakan *font* yang dapat di ubah menjadi *italic* untuk kebutuhan saat menulis kata ilmiah atau bahasa Inggris, sebaiknya tidak menggunakan tulisan *font* tebal (*bold*), dan bagian navigasi harusnya dibuat selebar saja. Kesan yang diberikan oleh validator 1, yakni secara keseluruhan *e-module* sudah bagus dan efisien, hanya perlu mengganti bagian- bagian yang sudah ditulis dicatat. Sedangkan, hasil penilaian yang diperoleh dari validator ahli media 2 yakni jumlah skor penilaian sebesar 61 dari jumlah skor maksimal sebesar 65, persentase yang diperoleh adalah sebesar 93,8% dengan kategori “sangat layak”. Selain itu, validator 2 memberikan saran, bahwa *e-module* secara keseluruhan sudah baik, namun ada beberapa bagian yang terkesan lebih cocok untuk pembelajaran mandiri untuk kegiatan kelompok masih belum terlihat, ilustrasi masih kurang menunjukkan “bioinformatika”, detail dan komposisi desain terlalu ramai jika digunakan untuk siswa SMA. Validator memberikan saran agar penulis memperbaiki bagian yang perlu direvisi serta menambahkan kegiatan kolaboratif untuk memenuhi kriteria penilain nomor satu.

c) Validasi Ahli Bahasa

Validasi ahli Bahasa dilaksanakan oleh 1 orang validator, yakni Yusril Ihza Fauzul Azhim, S.S, M.A, yang merupakan dosen, sutradara, dan penulis di Universitas Negeri Surabaya. Proses validasi materi memiliki tujuan untuk mendapatkan penilaian atas kualitas bahasa yang diterapkan pada suatu media pembelajaran, tulisan, atau karya ilmiah produk *e-module* bioinformatika yang dikembangkan sebagai bahan ajar di MA Unggulan Singa Putih. Data hasil validasi ahli bahasa yang disajikan pada **Tabel 5** dan **Gambar 5** berikut ini:

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Bahasa

Hasil Penilaian	Ahli Bahasa
Jumlah Skor Penilaian	58
Jumlah Skor Maksimum	65
Persentase Kualitas <i>E-Module</i> Bioinformatika	89,2%
Kategori	Sangat Layak



Gambar 5. Hasil Persentase Validasi Ahli Bahasa

Sesuai **Tabel 5** dan **Gambar 5** diperoleh hasil validasi ahli bahasa bahwa jumlah skor penilaian ahli bahasa sebesar 58 dari jumlah skor maksimal 65, sedangkan persentase kualitas

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025

Bahasa *e-module* bioinformatika sebesar 89,2% dengan kategori “sangat layak”. Validator ahli bahasa memberikan catatan yang cukup lengkap pada tabel catatan yang terdapat didalam lampiran, selain itu validator memberikan kesan bahwa *e-module* dikemas secara sistematis, kreatif dan inovatif. Pada penyajian materi, baik dari definisi istilah, materi inti, konsep, proyek peserta didik, asesmen, dan literatur sudah mencakup Capaian Pembelajaran dan Alur Tujuan Pembelajaran secara sistematis, terstruktur dan terukur. Pun pada konsep dan tugas untuk peserta didik, E-Modul ini menyajikan visual maupun isi yang elegan, mudah dipahami, kritis, serta inovatif dan kreatif sesuai dengan kebutuhan guru dan peserta didik berdasarkan jenjang yang dituju. Selain itu, validator juga memberi saran bahwa penulis harus lebih teliti lagi pada persoalan tata bahasa, ejaan, dan tanda baca, karena hal demikian akan mempengaruhi pemahaman pembaca *e-modul*. Selebihnya sudah layak untuk dipublikasi dan diterapkan.

3. Hasil Uji Coba Produk

a) Hasil Penilaian Kepraktisan Respon Guru Biologi dan Peserta Didik

Setelah produk *e-module* bioinformatika dinyatakan layak oleh validator ahli materi, media, dan bahasa pada tahap validasi, berikutnya dilaksanakan uji coba produk. Pengujian produk *e-module* dilakukan kepada 1 orang guru biologi yakni ibu Nikmatul Ula, S.Pd di MA Unggulan Singa Putih. Hasil penilaian kepraktisan respon guru yang tersaji pada **Tabel 6** berikut ini:

Tabel 6. Hasil Penilaian Kepraktisan respon Guru

Hasil Penilaian	Respon Guru Biologi
Jumlah Skor Penilaian	114
Jumlah Skor Maksimum	120
Persentase Kepraktisan <i>E-Module</i> Bioinformatika	95%
Kategori	Sangat Praktis

Berdasarkan **Tabel 6**, diperoleh hasil penilaian kepraktisan respon guru Biologi, sedangkan persentase kualitas kepraktisan *e-module* bioinformatika sebesar 95% dengan kategori “sangat praktis”. Uji coba respon guru biologi memberikan catatan yang cukup lengkap terhadap produk *e-module* yang dapat diperhatikan pada tabel yang terdapat pada lampiran, namun beberapa catatan penting berupa saran dari guru untuk memperbaiki kualitas *e-module* yakni kesesuaian perkembangan intelektual telah sesuai namun yang perlu diperhatikan adalah memastikan siswa untuk mengoperasikan media berbasis elektronik tersebut. Selain itu, ada beberapa bagian yang *power teks* yang sebaiknya diberikan gambar untuk memperjelas dan menyisipkan ilustrasi yang mewakili materi.

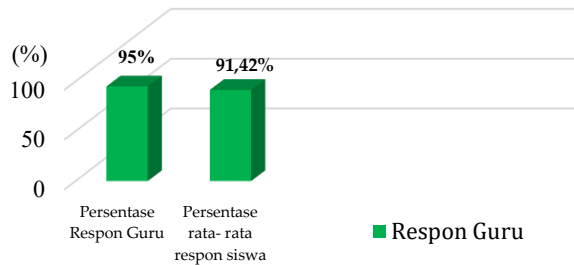
Pada penelitian ini, penilaian kepraktisan respon siswa hanya dilakukan penelitian kelompok kecil karena siswa kelas X MA Unggulan Singa Putih angkatan 2024/2025 hanya berjumlah 10 orang siswa. Hasil penilaian kepraktisan respon siswa disajikan pada **Tabel 7** berikut ini:

Tabel 7. Hasil Penilaian Kepraktisan Respon Peserta Didik

Responden	Σ skor	Σ skor maksimal	Persentase Kualitas Kepraktisan (%)
Respon Siswa 1	96		80
Respon Siswa 2	118		98,3
Respon Siswa 3	117		97,5
Respon Siswa 4	119		99,2
Respon Siswa 5	108		90
Respon Siswa 6	119	120	99,2
Respon Siswa 7	97		80,8
Respon Siswa 8	103		85,8
Respon Siswa 9	119		99,2
Respon Siswa 10	101		84,2
rata-rata penilaian			914,2
persentase rata-rata penilaian			91,42

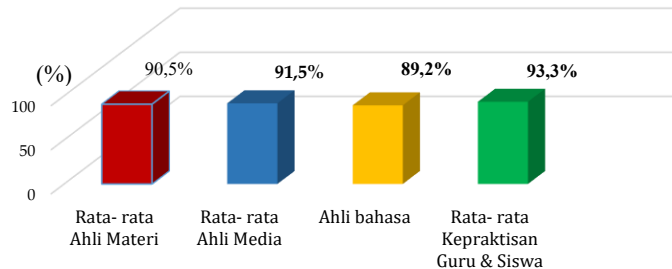
Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

Sesuai **Tabel 7** hasil uji coba respon peserta didik dengan jumlah responden 10 siswa didapatkan persentase respon siswa 1 hingga respon siswa 10 masing- masing secara berurutan adalah 80%, 98,3%, 97,5%, 99,2%, 90%, 99,2%, 80,8%, 85,8%, 99,2%, dan 84,2%, sedangkan skor *mean* persentase kualitas kepraktisan sebesar 91,42% dengan kategori “sangat praktis”. Hasil persentase respon guru dan rata- rata nilai kepraktisan siswa tertera pada diagram **Gambar 6** berikut ini:



Gambar 6. Diagram Persentase Hasil Penilaian Kepraktisan Guru dan Peserta Didik

Sesuai **Gambar 6** hasil validasi kepraktisan melalui respon guru didapatkan nilai persentase sebesar 95% dengan kategori “sangat praktis”, sedangkan hasil validasi kepraktisan respon siswa didapatkan rata-rata persentase sebesar 91,42% dan dikategorikan “sangat praktis”. Sesuai hasil dari uji coba respon guru biologi dan respon siswa terhadap produk modul elektronik (*e-module*) bioinformatika di MA Unggulan Singa Putih menggunakan *Flip PDF Corporate Edition* dan mendapatkan predikat kategori “sangat praktis”. Adapun hasil persentase penilaian secara keseluruhan dapat disajikan diagram pada **Gambar 7** berikut ini:



Gambar 7. Diagram Keseluruhan Persentase Hasil Penilaian Kelayakan dan Kepraktisan

Sesuai diagram **Gambar 7** secara keseluruhan hasil uji coba respon dan validasi ahli, menunjukkan bahwa hasil rata-rata persentase ahli materi 1 dan ahli materi 2 sebesar 90,5% dengan kategori “sangat layak”, hasil rata- rata validasi ahli media 1 dan ahli media 2 mendapatkan persentase sebesar 91,5% dengan kategori “sangat layak”, dan ahli bahasa dengan persentase sebesar 89,2%. Kesimpulan dari uji ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa menunjukkan bahwa *e-module* bioinformatika sangat layak untuk dijadikan sebagai bahan ajar di MA Unggulan Singa Putih Munfaridin. Sedangkan uji kepraktisan *e-module* bioinformatika terhadap respon guru dan rata- rata respon 10 siswa mendapatkan nilai persentase sebesar 93,3% yang menunjukkan bahwa *e-module* bioinformatika praktis digunakan oleh guru dan siswa sebagai bahan ajar di MA Unggulan Singa Putih Munfaridin.

- b) Uji Kualitas Instrumen Respon Siswa
- 1) Uji Validitas Instrumen Respon Siswa

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui instrumen yang digunakan dalam penelitian ini benar- benar mengukur apa yang ingin di ukur. Pada penelitian ini uji validitas instrumen dilakukan pada 10 siswa di MA Unggulan Singa Putih Munfaridin dengan 24 butir pertanyaan, dan hasilnya uji validitasnya diperoleh bahwa memiliki kriteria valid dan dapat digunakan untuk mengukur apa yang akan di ukur. Pada 24 pernyataan terdapat 23 pernyataan

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025

mendapatkan kriteria valid, dan 1 pernyataan mendapatkan kriteria tidak valid. Tidak ada perbaikan yang dilakukan terhadap instrumen penilaian, karena secara keseluruhan mendapatkan kriteria layak (valid).

2) Uji Reliabilitas Instrumen Respon Siswa

Uji reliabilitas instrumen respon siswa yang dilakukan terhadap 10 siswa dikelas X MA Unggulan Singa Putih Munfaridin diperoleh dengan menggunakan pendekatan rumus *Cronbach's Alpha* dengan mengorpasikan aplikasi SPSS versi 27 yang disajikan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil Uji Reliabilitas melalui SPSS

Cronbach's Alpha	Reliability Statistics
.961	N of Items 24

Berdasarkan **Tabel 8** hasil uji reliabilitas respon siswa yang mendapatkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,961 dengan jumlah pertanyaan sebanyak 24 butir dapat disimpulkan bahwa kriteria reliabilitas tinggi, yang berarti *e-module* bioinformatika layak atau reliabel untuk dijadikan sebagai bahan ajar siswa dikelas X.

4. Revisi Produk Modul Elektronik Bioinformatika

Produk *e-module* bioinformatika yang telah dilakukan penilaian oleh validator ahli, respon guru, dan peserta didik selanjutnya direvisi sesuai dengan catatan, saran, dan kesan dari validator ahli Bahasa, ahli media, dan ahli materi. Hasil catatan penilaian kelayakan oleh ahli terhadap produk *e-module* bioinformatika disajikan pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Catatan Penilaian Kelayakan oleh Ahli

No.	Penilaian Ahli	Catatan Perbaikan
1.	Validasi Ahli Materi 1 dan Ahli Materi 2	<p>Memperbaiki <i>font</i> "Fredoka" atau tulisan dari <i>font</i> tebal dan tidak dapat dibuat miring (<i>Italic</i>) menjadi <i>font</i> jenis <i>Times New Roman</i> agar tulisan dapat dibuat <i>Italic</i> untuk istilah asing dan tulisan menjadi lebih jelas</p> <p>Memperbaiki istilah asing yang semula tidak <i>Italic</i> menjadi bentuk <i>Italic</i></p> <p>Hampir seluruh tulisan pada <i>e-module</i> bioinformatika diubah <i>font</i> menjadi <i>Times New Roman</i></p> <p>Menghindari adanya definisi ganda seperti pengertian bioteknologi dan bioteknologi moder.</p> <p>Memperbaiki definisi Doking Molekuler (<i>Molecular Docking</i>) sesuai referensi terpercaya</p> <p>Semula setelah penjelasan materi macam- macam pengujian <i>in silico</i> dan <i>molecular docking</i> tidak terdapat contoh visualisasi dan penjelasan rinci, kemudian diberi lembar halaman baru untuk memberikan contoh hasil visualisasi hasil pengujian.</p> <p>Halaman 36, pada kekurangan Bioinformatika yang ditulis kurang lengkap sehingga seakan-akan memberikan makna informasi yang menggantung dan tidak jelas.</p> <p>Sebelumnya "di Indonesia pelatihan statistika ahli bioinformatika" di ubah menjadi "Di Indoensia minim pelatihan statistika dalam bidang bioinformatika</p>
2.	Validasi Ahli Media 1 dan Ahli Media 2	<p>Sama seperti pada catatan dari validator ahli materi, agar penulis memberikan contoh gambar visualisasi hasil pengujian untuk mempermudah peserta didik memahami serta menggambarkan ilustrasi interaksi antar molekul protein dan ligan yang ditargetkan</p> <p>Validator ahli media 1 & ahli media 2, sama- sama memberikan catatan untuk merevisi bentuk <i>font</i> atau tulisan dari bentuk semula yakni jenis <i>font</i> Fredoka menjadi <i>font</i> <i>Times New Roman</i></p> <p>Perbaikan pada Petunjuk Modul Elektronik: (1) Halaman Sebelumnya, (2) Halaman Selanjutnya, (3) Ke Halaman Terakhir, (4) Ke Halaman Pertama, (5) Zoom In / Zoom Out, (6) Pencarian, (7) Share menjadi Berbagi, (8) Teks, (9) Cetak, (10) Email, (11) Fullscreen menjadi Layar Penuh, (12) Sound menjadi Suara. (13) Bisa ditambahkan <i>Scan Barcode</i>.</p>
3.	Validasi Ahli Bahasa	<p>Perbaikan pada Capaian Pembelajaran: (1) Website & Aplikasi. Hal. 6. (2) <i>Responsive</i> menjadi Responsif, (3) <i>Alternative</i> menjadi Alternatif. Hal.7</p> <p>Perbaikan pada Capaian Pembelajaran Hal. 8. (1) pada sub-bab mengamati ada kalimat yang belum tuntas di akhir kalimat <i>...dari obyek yang dia...</i> tidak ada kelanjutannya. (2) Pada Sub-Bab 5, di kalimat awal terjadi pengulangan kalimat <i>Mengevaluasi kesimpulan melalui...</i> (3) Kata <i>mengomunikasikan</i> bisa diganti dengan <i>mengkomunikasikan</i>.</p>

KESIMPULAN

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan *ADDIE* dan produk yang dikembangkan adalah modul elektronik pembelajaran bioinformatika. Berdasarkan hasil analisis data pembahasan dapat disimpulkan bahwa Modul elektronik (*e-module*) bioinformatika mampu memenuhi ketersediaan bahan ajar pembelajaran bioinformatika yang masuk kedalam bab bioteknologi modern berbasis *in silico* dan *molecular docking* senyawa tanaman herbal di sekolah MA Unggulan Singa Putih. Pada penelitian yang dilakukan, terdapat hasil penilaian kelayakan terhadap modul elektronik bioinformatika oleh ahli materi mendapatkan rata-rata persentase sebesar 90,5%, hasil validasi ahli media mendapatkan rata-rata persentase sebesar 91,5%, hasil validasi ahli bahasa mendapatkan persentase sebesar 89,2%, dapat disimpulkan bahwa hasil validasi ahli menunjukkan bahwa *e-module* bioinformatika sangat layak untuk dijadikan sebagai bahan ajar. Hasil uji kepraktisan respon guru biologi dan 10 siswa di MA Unggulan Singa Putih Munfaridin tentang *e-module* bioinformatika mendapatkan rata-rata persentase sebesar 93,3%, yang menunjukkan bahwa *e-module* bioinformatika praktis digunakan oleh guru dan siswa sebagai bahan ajar. Hasil validitas instrumen ujicoba respon siswa dari 24 butir pernyataan mendapatkan hasil bahwa 23 dinyatakan "valid" dan 1 pernyataan "tidak valid", yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan instrumen atau angket untuk uji kepraktisan valid untuk digunakan sebagai instrumen *e-module* bioinformatika. Hasil reliabilitas instrumen ujicoba respon siswa mendapatkan nilai *Crobanch's Alpha* sebesar 0,961 menunjukkan bahwa *e-module* bioinformatika "reliabel" digunakan sebagai bahan ajar bioinformatika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada para pembimbing, pihak yang terlibat dalam penelitian dan pemberi saran dalam proses penyusunan, perancangan, dan pembuatan bahan ajar modul elektronik bioinformatika berbasis *in silico* hingga menyelesaikan artikel ini. Terima kasih kepada orang tua, keluarga, dan sahabat tercinta atas doa dan dukungannya. Terima kasih kepada keluarga MTs-MA Unggulan Singa Putih Munfaridin, laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Malang, dan Materia Medica Batu telah memberikan ruang dan tempat untuk berdiskusi tentang penelitian yang dilaksanakan.

REFERENSI

- Athiyah, U. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Semester II Kelas X SMA Berbasis Lectora Inspire. *Jurnal Nalar Pendidikan*, 6(1), 41–46.
- Bayat, A. (2002). Clinical review Science, medicine, and the future Bioinformatics. *Bmj*, 324(April), 1018–1022. www.ebi.ac.uk
- Dewi, Yuli K, et. al. (2020). Potensi Tanaman Lokal sebagai Tanaman Obat dalam Menghambat Penyebaran COVID-19. *Pharmascience*, 7(2), 112–128. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/pharmascience>
- Hafsan, et. al. (2021). *Prinsip dan Aplikasi Bioteknologi*. Alauddin University Press.
- Hakim, Nur Lukman, et. al. (2020). Electronic Module (E-Module) untuk Memfasilitasi Siswa Belajar Materi Cahaya dan Alat Optik di Rumah. *P Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(3), 39–50.
- Hidayah, K. (2022). *PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM BERBASIS DISCOVERY LEARNING PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK SISWA KELAS XII MA AL-AMIRIYYAH DARUSSALAM BLOKAGUNG*. Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember.
- Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model Addie (Analysis, Design, Development, Implementation

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

- and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam (JIPAI)*, 1(1), 28–38. <https://doi.org/10.15575/jipai.v1i1.11042>
- Hikmah, N., Kuswidyarnarko, A., & Lubis, P. H. M. (2020). Pengembangan Media Pop-Up Book pada Materi Siklus Air di Kelas V SD Negeri 04 Puding Besar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 15(2), 137–148.
- Kemendikbud. (2017). Panduan Praktis Penyusunan E-Modul Pembelajaran. In *DPSMA*.
- Knapen, J., Vancampfort, D., Moriën, Y., & Marchal, Y. (2015). Exercise therapy improves both mental and physical health in patients with major depression. *Disability and Rehabilitation*, 37(16), 1490–1495. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.972579>
- Latifah, S., Setiawati, E., & Basith, A. (2016). The Development of Student ' S Worksheet (Lkpd) Oriented in Values of Islam Through Guided Inquiry ' on the temperature and heat material. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika "Al-BiRuNi,"* 05(1), 43–52.
- Makarim, N. A. (2022). "Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran.
- Najamuddin, F., Wahriani, R., & Arwadi, F. (2021). Pengembangan Elektronik Modul (E-Modul) Interaktif Sebagai Sumber Belajar Elektronika Dasar Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika FT-UNM. *Seminar Nasional LP2M UNM*, 100–108.
- Ningrum, D. E. A. F., Amin, M., & Lukiaty, B. (2017). 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(1), 28–35. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v3i1.3799>
- Ramadhani, I. A., & Yudiono, H. (2020). Android Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Menggambar 3D. *Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 5, 136–144.
- Rita, Endah, et. al. (2021). Bioteknologi. In *Buku Ajar*. Universitas PGRI Semarang PRESS. https://eprints.upgris.ac.id/734/1/Buku_Ajar_Bioteknologi_ISBN_Revisi_18x25.pdf
- Subandi. (2011). Qualitative Description as one Method in Performing Arts Study. *Harmonia*, 19, 173–179.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Alfabeta.
- Wibisono, I. S., & Putri, M. A. (2021). Analisis Ekspresi Gen Menggunakan Medical Imaging untuk Pendeteksi Penyakit. *Jurnal Cakrawala Informasi*, 1(2), 42–50. <https://doi.org/10.54066/jci.v1i2.149>
- Wijaya, E. Y., D. A. Sudjimat, dan A. N. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia Di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 263–278.
- Witarto, A. B., & Sajidan. (2010). *Bioinformatika: Trend dan Prospek dalam Pengembangan Keilmuan Biologi*. *Prosiding Seminar Biologi*, 7(1), 15–16. <http://www.jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/prosbio/article/view/1201>
- Yahdiyani, Y., Helendra, H., & Yumna, H. (2022). Kebutuhan E-Modul Biologi Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Peserta Didik Kelas XI. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 6(1), 111–120. <https://doi.org/10.23887/jppp.v6i1.39166>