

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk penelitian pengembangan dalam bidang pendidikan dengan menggunakan desain *Educational Design Research* (EDR). Menurut Plomp & Nieveen, (2013) EDR merupakan desain penelitian yang bertujuan untuk merancang sistem pembelajaran secara sistematis, sekaligus merencanakan dan mengevaluasi pendidikan melalui intervensi berupa produk, program, bahan ajar, strategi pembelajaran, maupun sistem. Pendekatan ini digunakan sebagai solusi terhadap permasalahan kompleks dalam praktik pendidikan serta untuk memperluas pengetahuan mengenai proses intervensi dalam perancangan dan pengembangan pembelajaran.

Menurut Plomp & Nieveen (2013), EDR terdiri atas tiga tahapan, yaitu penelitian pendahuluan (*preliminary research*), tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*development or prototyping phase*), serta tahap penilaian (*assessment phase*). Dalam penelitian ini, produk yang dihasilkan berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Namun, pelaksanaan tahapan EDR pada penelitian ini dibatasi hanya sampai tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*development or prototyping phase*). Selain itu, evaluasi formatif Tessmer yang dilakukan juga dibatasi pada uji keterbacaan (*one-to-one evaluation*), dengan mempertimbangkan tujuan penelitian serta keterbatasan waktu yang tersedia.

Penelitian pengembangan ini dipilih karena fokus penelitian adalah menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbantuan *Cobra SMARTsense* yang valid dan praktis untuk menunjang praktikum transpirasi pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Menurut Iltavia & Mulyati (2024), Lembar Kerja Mahasiswa berfungsi sebagai panduan belajar yang membantu siswa memahami tujuan, mengikuti langkah-langkah, mencatat hasil, dan menarik kesimpulan.

Pendekatan penelitian yang diterapkan merupakan kombinasi antara metode kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggambarkan proses pengembangan LKM fisiologi tumbuhan pada praktikum transpirasi berbantuan *Cobra SMARTsense*. Data kualitatif diperoleh dari komentar, saran, serta masukan para ahli, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui kelebihan, kekurangan, dan bagian yang perlu diperbaiki. Sementara itu, pendekatan kuantitatif dengan uji keterbacaan (*one to one evaluation*). Hasil penilaian tersebut kemudian dihitung rata-rata sehingga dapat menunjukkan tingkat kevalidan dan kepraktisan LKM. Menurut Azmi *et al.*, (2024), uji keterbacaan (*one to one evaluation*) merupakan uji coba yang dilakukan untuk mengetahui kelayakan media yang sudah dikembangkan.

B. Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan *Educational Design Research* (EDR) yang dikemukakan oleh Plomp & Nieveen (2013), yang meliputi tiga tahapan utama: tahap investigasi awal (*preliminary research*), tahap perancangan prototipe (*prototyping phase*), dan tahap penilaian (*assessment phase*). Menurut Plomp &

Nieveen (2013) EDR merupakan jenis penelitian yang bertujuan untuk merancang sistem pembelajaran secara sistematis, merencanakan, serta mengevaluasi pendidikan melalui intervensi berupa produk, program, bahan ajar, strategi pembelajaran, maupun sistem. Pendekatan ini berfungsi sebagai solusi terhadap permasalahan kompleks dalam praktik pendidikan sekaligus untuk memperluas pengetahuan mengenai proses intervensi dalam merancang dan mengembangkan sistem pembelajaran.

EDR memiliki banyak jenis model pengembangan, salah satunya yaitu model pengembangan Plomp & Nieveen (2013). Model ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mengembangkan produk pendidikan berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang digunakan dalam praktikum transpirasi pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan dengan bantuan teknologi *Cobra SMARTsense*.

1. Tahap Investigasi Awal (*Preliminary Research*)

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai permasalahan pembelajaran yang terjadi di lapangan serta merumuskan kebutuhan yang melandasi pengembangan LKM. Aktivitas yang dilaksanakan pada tahap ini mencakup:

a. Analisis Kebutuhan (*needs analysis*)

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran serta permasalahan yang terjadi pada pelaksanaan praktikum materi transpirasi dalam mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Kegiatan ini dilaksanakan melalui observasi di Laboratorium Terintegrasi UIN Antasari Banjarmasin dan wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Fisiologi Tumbuhan serta 4 mahasiswa

Program Studi Tadris Biologi angkatan 2022 yang telah menempuh mata kuliah tersebut. Observasi dilakukan untuk mengetahui ketersediaan dan pemanfaatan alat praktikum di laboratorium, sedangkan wawancara bertujuan menggali informasi mengenai pelaksanaan praktikum, kendala yang dihadapi, serta kebutuhan mahasiswa terhadap bahan ajar praktikum.

Hasil analisis menunjukkan bahwa Laboratorium Terintegrasi UIN Antasari Banjarmasin telah memiliki berbagai peralatan praktikum yang dapat mendukung kegiatan pembelajaran. Namun, pemanfaatan alat *Cobra SMARTsense*, khususnya pada praktikum materi transpirasi, belum dilakukan secara optimal. Selain itu, belum tersedia Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang dapat menjadi panduan bagi mahasiswa dalam melaksanakan praktikum menggunakan alat tersebut. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan LKM praktikum transpirasi berbantuan *Cobra SMARTsense* sebagai panduan yang dapat membantu mahasiswa melaksanakan praktikum secara lebih terarah, sistematis, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

b. Analisis RPS dan materi

Analisis RPS dan materi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian materi yang akan dikembangkan dengan capaian pembelajaran pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Analisis ini meliputi identifikasi capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, indikator, serta materi yang sesuai untuk dikembangkan menjadi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Berdasarkan hasil analisis Rencana Pembelajaran Semester (RPS), diperoleh bahwa materi transpirasi merupakan salah satu materi pokok pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan yang harus dipelajari

mahasiswa. Materi transpirasi dipilih karena merupakan proses penting dalam fisiologi tumbuhan yang berkaitan dengan pelepasan uap air melalui stomata, pengangkutan air dan mineral dari akar ke daun, serta menjaga keseimbangan air dalam tubuh tumbuhan. Selain itu, konsep transpirasi akan lebih mudah dipahami apabila dipelajari melalui kegiatan praktikum sehingga mahasiswa dapat mengamati prosesnya secara langsung.

Hasil analisis RPS dan materi menunjukkan bahwa pembelajaran transpirasi memerlukan bahan ajar yang mampu memandu mahasiswa selama praktikum. Oleh karena itu, materi transpirasi dipilih sebagai dasar dalam pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbantuan *Cobra SMARTsense* yang disusun sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah Fisiologi Tumbuhan.

c. Uji Coba Alat *Cobra SMARTsense* pada Praktikum Transpirasi

Sebelum digunakan dalam pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), dilakukan uji coba alat *Cobra SMARTsense* pada praktikum transpirasi. Uji coba ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik dan menghasilkan data pengukuran yang sesuai dengan proses transpirasi pada tumbuhan. Selain itu, uji coba dilakukan untuk memahami cara pemasangan alat, proses menghubungkan sensor dengan aplikasi *PHYWE Measure*, serta langkah-langkah penggunaan alat selama praktikum. Melalui uji coba ini, peneliti juga mengidentifikasi kemungkinan kendala yang dapat terjadi, seperti pemasangan sensor yang kurang tepat, kebocoran pada rangkaian alat, atau gangguan saat proses pembacaan data. Dengan adanya uji coba, kendala-kendala tersebut dapat diketahui

lebih awal sehingga dapat dilakukan perbaikan sebelum alat digunakan dalam penelitian.

Hasil uji coba menjadi dasar dalam menyusun petunjuk penggunaan *Cobra SMARTsense* pada LKM, termasuk langkah-langkah praktikum, cara pengambilan data, dan penyajian hasil pengamatan. Dengan demikian, petunjuk yang disusun menjadi lebih jelas, sistematis, dan mudah dipahami oleh mahasiswa sehingga kegiatan praktikum transpirasi dapat berlangsung dengan baik.

2. Tahap Perancangan dan Pengembangan Prototipe (*Prototyping Phase*)

Tahap Perancangan dan Pengembangan Prototipe (*Prototyping Phase*) merupakan tahap pengembangan produk berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap *preliminary research*. Pada tahap ini, peneliti mulai merancang, mengembangkan, serta menyempurnakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) praktikum transpirasi berbantuan *Cobra SMARTsense* secara bertahap. Proses pengembangan dilakukan melalui evaluasi formatif sehingga setiap kekurangan yang ditemukan dapat diperbaiki sebelum produk digunakan pada tahap berikutnya.

Menurut Tessmer (1993), evaluasi formatif merupakan proses penilaian yang dilakukan selama pengembangan produk dengan tujuan memperoleh informasi mengenai kelebihan dan kekurangan produk sebagai dasar untuk melakukan perbaikan. Evaluasi formatif tidak hanya bertujuan menilai kualitas produk, tetapi juga memastikan bahwa produk yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna, tujuan pembelajaran, serta mudah digunakan dalam proses pembelajaran.

Pada penelitian ini, tahap *Prototyping Phase* difokuskan pada pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Cobra SMARTsense* pada materi transpirasi. Pengembangan dilakukan secara bertahap melalui beberapa kegiatan, yaitu *self evaluation*, penyusunan Prototipe I, validasi ahli (*expert review*), *self evaluation* berdasarkan hasil validasi, penyusunan Prototipe II, uji keterbacaan (*one-to-one evaluation*), *self evaluation* berdasarkan hasil uji keterbacaan, penyusunan Prototipe III, serta analisis data hasil validasi dan uji keterbacaan. Setiap tahap dilakukan secara berurutan agar LKM yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik, valid, dan mudah dipahami oleh mahasiswa sebelum digunakan dalam kegiatan praktikum.

a. Evaluasi diri (*Self evaluation*)

Pada tahap ini merupakan penilaian awal yang dilakukan oleh peneliti terhadap rancangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) sebelum diberikan kepada validator. Pada tahap ini, peneliti menelaah kembali seluruh komponen LKM berdasarkan hasil analisis kebutuhan, analisis RPS dan materi, serta hasil uji coba alat *Cobra SMARTsense* yang telah dilakukan pada tahap *preliminary research*. Penelaahan dilakukan untuk memastikan bahwa isi LKM telah sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah Fisiologi Tumbuhan dan tujuan praktikum transpirasi.

Aspek yang diperiksa pada tahap ini meliputi kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, kelengkapan komponen LKM, kesesuaian kegiatan dengan sintaks *Project Based Learning* (PjBL), kejelasan petunjuk penggunaan *Cobra SMARTsense*, penggunaan bahasa, tata letak, gambar, serta tampilan LKM secara

keseluruhan. Apabila masih ditemukan kekurangan, peneliti melakukan perbaikan sebelum produk diserahkan kepada validator. Hasil dari tahap ini berupa Prototipe I yang siap untuk divalidasi oleh para ahli.

Adapun cover lembar kerja mahasiswa yang akan dikembangkan oleh peneliti sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Cover LKM

Sumber: Dok. Pribadi (2026)

b. Penyusunan Prototipe I

Setelah dilakukan *self evaluation*, peneliti menyusun Prototipe I sebagai rancangan awal Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) praktikum transpirasi berbantuan *Cobra SMARTsense*. Penyusunan prototipe dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan, analisis RPS dan materi, serta hasil uji coba alat *Cobra SMARTsense* pada tahap *preliminary research*. Selain itu, penyusunan LKM juga mengacu pada sintaks *Project Based Learning* (PjBL) sehingga kegiatan praktikum tidak hanya berfokus pada pengamatan, tetapi juga mendorong mahasiswa untuk aktif memecahkan permasalahan melalui kegiatan proyek.

Prototipe I disusun dengan memperhatikan komponen penyusun LKM agar dapat digunakan sebagai panduan praktikum yang sistematis. Komponen tersebut meliputi cover, kata pengantar, daftar isi, tata tertib praktikum, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, indikator pembelajaran, gambar dan wacana sebagai stimulus pembelajaran, kegiatan praktikum berbasis sintaks *Project Based Learning* (PjBL), lembar pengamatan, analisis data, evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka.

Kegiatan praktikum dalam LKM disusun berdasarkan sintaks *Project Based Learning* (PjBL) yang terdiri atas penyajian gambar dan wacana sebagai stimulus pembelajaran, pertanyaan mendasar, perencanaan proyek, penyusunan jadwal, pelaksanaan dan monitoring proyek, penilaian hasil proyek, serta evaluasi pengalaman belajar. Penyusunan kegiatan tersebut bertujuan agar mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih aktif, sistematis, dan bermakna selama praktikum transpirasi. Hasil dari tahap ini berupa Prototipe I yang selanjutnya diserahkan kepada validator untuk dilakukan penilaian terhadap kelayakan isi, bahasa, dan tampilan LKM.

c. Validasi Ahli (*Expert Review*)

Prototipe I yang telah disusun kemudian divalidasi oleh tiga orang validator yang terdiri atas ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Validasi ahli dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) sebelum digunakan pada tahap berikutnya. Selain memberikan penilaian, para validator juga memberikan saran dan masukan sebagai bahan perbaikan produk. Validator ahli materi menilai kesesuaian materi transpirasi dengan capaian pembelajaran,

kebenaran konsep, ketepatan tujuan pembelajaran, kesesuaian kegiatan praktikum dengan sintaks *Project Based Learning* (PjBL), serta ketepatan penggunaan *Cobra SMARTsense* dalam praktikum. Validator ahli media menilai aspek tampilan LKM yang meliputi desain cover, tata letak, jenis dan ukuran huruf, kualitas gambar, kombinasi warna, serta penyajian isi agar menarik dan mudah digunakan. Sementara itu, validator ahli bahasa menilai penggunaan bahasa Indonesia yang baik dan benar, kejelasan kalimat, kesesuaian ejaan, serta kemudahan petunjuk yang disajikan dalam LKM.

Data hasil validasi diperoleh melalui lembar validasi yang diisi oleh masing-masing validator. Selain memberikan skor penilaian, validator juga memberikan komentar dan saran terhadap bagian-bagian yang masih perlu diperbaiki. Hasil validasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan terhadap LKM sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya.

d. Evaluasi diri (*Self Evaluation*)

Setelah proses validasi ahli selesai dilaksanakan, peneliti kembali melakukan self evaluation dengan mengkaji seluruh hasil penilaian, komentar, dan saran yang diberikan oleh validator. Tahap ini bertujuan untuk memperbaiki kekurangan yang masih terdapat pada LKM sehingga kualitas produk menjadi lebih baik. Perbaikan dilakukan pada beberapa bagian sesuai dengan masukan validator, seperti penyempurnaan materi, perbaikan penggunaan bahasa, penyempurnaan tampilan dan tata letak, penambahan atau perbaikan gambar, penyempurnaan petunjuk penggunaan *Cobra SMARTsense*, serta penyesuaian kegiatan praktikum dengan sintaks *Project Based Learning* (PjBL). Seluruh masukan yang diberikan

menjadi dasar dalam melakukan revisi sehingga produk yang dikembangkan lebih sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan mahasiswa. Hasil dari tahap ini adalah LKM yang telah direvisi berdasarkan masukan para validator dan siap disusun menjadi Prototipe II.

e. Penyusunan Prototipe II

Setelah dilakukan *self evaluation* berdasarkan hasil validasi ahli, peneliti menyusun Prototipe II sebagai hasil revisi dari Prototipe I. Penyusunan Prototipe II bertujuan untuk menghasilkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang telah diperbaiki sesuai dengan saran dan masukan dari validator ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa sehingga kualitas produk menjadi lebih baik. Perbaikan yang dilakukan meliputi penyempurnaan isi materi, penggunaan bahasa yang lebih jelas dan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, perbaikan tampilan LKM, penyesuaian tata letak, penyempurnaan petunjuk penggunaan *Cobra SMARTsense*, serta penyempurnaan kegiatan praktikum agar sesuai dengan sintaks *Project Based Learning* (PjBL). Selain itu, peneliti juga memperbaiki bagian-bagian yang dinilai kurang jelas agar lebih mudah dipahami oleh mahasiswa. Hasil dari tahap ini berupa Prototipe II yang telah memenuhi saran perbaikan dari validator dan selanjutnya digunakan pada tahap uji keterbacaan.

f. Uji Keterbacaan (*One to One Evaluation*)

Setelah Prototipe II selesai disusun, tahap berikutnya adalah uji keterbacaan (*one-to-one evaluation*). Menurut Tessmer (1993), *one-to-one evaluation* merupakan tahap evaluasi formatif yang dilakukan terhadap sejumlah kecil pengguna untuk mengetahui tingkat keterbacaan, kejelasan isi, serta kemudahan

penggunaan produk yang dikembangkan. Uji keterbacaan dalam penelitian ini melibatkan 3–5 mahasiswa Program Studi Tadris Biologi yang telah atau sedang menempuh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Mahasiswa dipilih karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan pengguna LKM yang dikembangkan.

Pada tahap ini, mahasiswa diminta membaca, mempelajari, dan menggunakan LKM praktikum transpirasi berbantuan *Cobra SMARTsense*. Selanjutnya, mahasiswa mengisi angket uji keterbacaan yang berisi penilaian terhadap kejelasan materi, penggunaan bahasa, petunjuk kegiatan, tampilan LKM, serta kemudahan mengikuti langkah-langkah praktikum. Selain memberikan penilaian, mahasiswa juga diberikan kesempatan untuk menyampaikan saran atau komentar mengenai bagian-bagian LKM yang masih sulit dipahami atau perlu diperbaiki. Hasil uji keterbacaan digunakan untuk mengetahui apakah LKM telah mudah dipahami oleh mahasiswa sebagai pengguna. Masukan yang diperoleh pada tahap ini menjadi dasar bagi peneliti untuk melakukan perbaikan sebelum menghasilkan produk akhir.

g. Evaluasi diri (*Self Evaluation*)

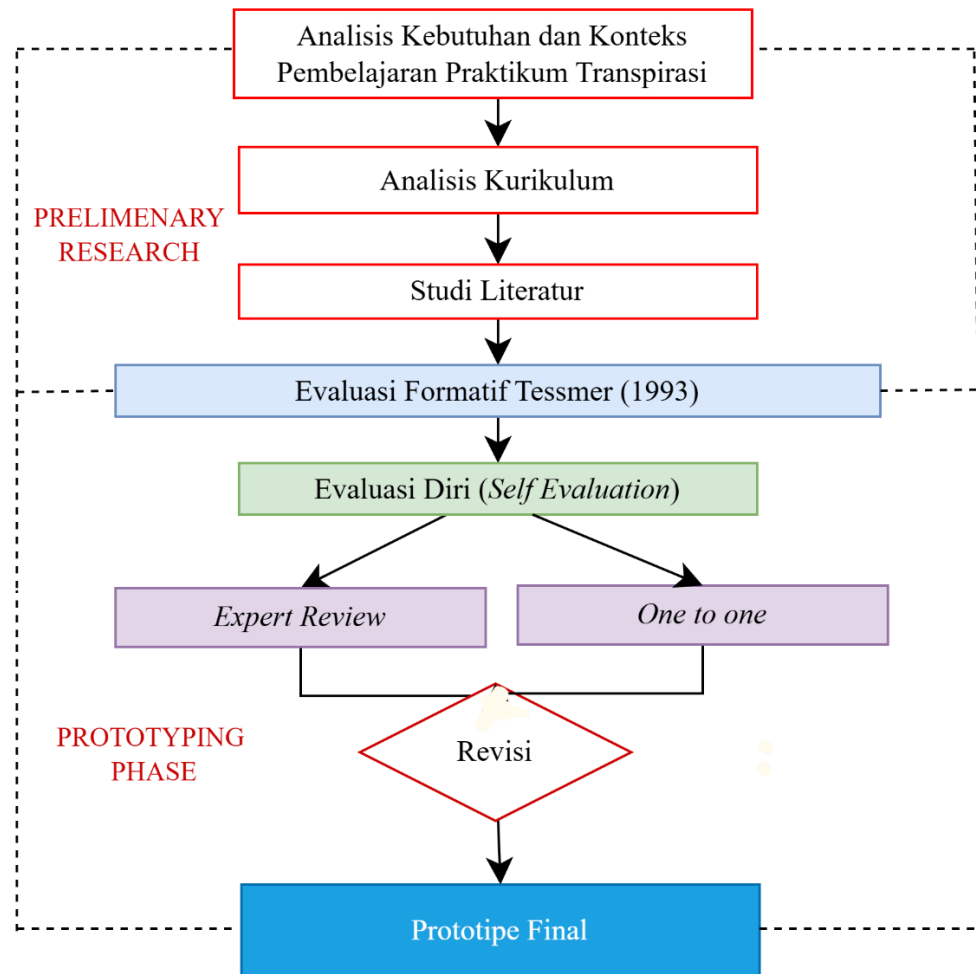
Setelah uji keterbacaan selesai dilaksanakan, peneliti kembali melakukan *self evaluation* berdasarkan hasil angket, komentar, dan saran yang diberikan oleh mahasiswa. Tahap ini bertujuan untuk menyempurnakan LKM sehingga produk yang dihasilkan benar-benar mudah dipahami, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dalam kegiatan praktikum. Perbaikan dilakukan pada bagian-bagian yang masih dianggap kurang jelas oleh mahasiswa, seperti penggunaan istilah, petunjuk praktikum, penyajian gambar, tata letak, maupun

tampilan LKM. Seluruh saran yang diberikan dipelajari dan disesuaikan dengan tujuan pengembangan produk sehingga menghasilkan LKM yang lebih baik.



Gambar 3. 2 Cover LKM Prototipe 2

Sumber: Dok. Pribadi (2026)



Gambar 3. 3 Desain Penelitian

Sumber: Dok. Pribadi (2026)

C. *Setting Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan di kampus 2 Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin di Laboratorium Terintegrasi Tadris Biologi yang beralamat di Jalan Pandarapan Km. 1, Kelurahan Guntung Manggis, Kecamatan Landasan Ulin, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Lokasi ini dipilih karena menjadi tempat pelaksanaan praktikum mata kuliah Fisiologi Tumbuhan sekaligus mendukung pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbantuan *Cobra SMARTsense*.

Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Tadris Biologi angkatan 2024 yang sedang menempuh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Pada tahap *one to one evaluation*, penelitian melibatkan lima orang mahasiswa sebagai responden. Penelitian dilaksanakan pada September 2025 hingga Juli 2026, yang meliputi kegiatan penyusunan proposal hingga pelaksanaan sidang skripsi.



Gambar 3. 4 Lokasi Penelitian

Sumber: *Google Maps* (2025)



Gambar 3. 5 Laboratorium Terintegrasi Tadris Biologi

Sumber: Dok. Pribadi (2025)

Adapun jadwal pelaksanaan penelitian direncanakan sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Perencanaan Penelitian

No	Item	Bulan dan Tahun											
		Sep' 25	Okt' 25	Nov' 25	Des' 25	Jan' 26	Feb' 26	Mar' 26	Apr' 26	Mei' 26	Jun' 26	Jul' 26	
1.	Perencanaan Awal												
2.	Penyusunan Proposal												
3.	Pengajuan Proposal												
4.	Seminar Proposal												
5.	Pelaksanaan Penelitian dan Pengumpu lan Data												
6.	Analisis Data												
7.	Pembuatan LKM, uji Validitas dan <i>Uji One to One</i>												
8.	Penyusunan Skripsi												
9.	Sidang Skripsi												

D. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Program Studi Tadris Biologi UIN Antasari Banjarmasin yang mengikuti praktikum transpirasi pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 5 orang mahasiswa Program Studi Tadris Biologi angkatan 2024/2025 yang mengikuti praktikum transpirasi pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Kelima mahasiswa tersebut dilibatkan pada tahap uji keterbacaan (*one-to-one evaluation*) untuk memberikan masukan terhadap Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang dikembangkan. Masukan yang diberikan meliputi kejelasan isi, penggunaan bahasa, petunjuk praktikum, tampilan, serta kemudahan penggunaan LKM. Hasil uji keterbacaan digunakan sebagai dasar dalam melakukan perbaikan produk sebelum ditetapkan sebagai produk akhir.

E. Data dan Sumber Data

1. Data Primer

a. Validitas

Data validitas dalam penelitian ini diperoleh melalui kegiatan validasi LKM yang dilakukan oleh tiga orang validator, yaitu validator ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Data yang diperoleh dari proses validasi berupa skor penilaian, komentar, dan saran dari masing-masing validator. Skor penilaian digunakan untuk mengetahui tingkat validitas LKM, sedangkan komentar dan saran digunakan sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan produk. Dengan demikian, data validitas menjadi acuan untuk menentukan apakah LKM yang

dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sebelum dilanjutkan ke tahap uji keterbacaan.

b. Uji keterbacaan (*One to one evaluation*)

Data uji keterbacaan diperoleh melalui tahap *one to one evaluation* yang melibatkan 5 orang mahasiswa Program Studi Tadris Biologi angkatan 2024/2025 yang sedang menempuh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan pada semester genap, khususnya materi transpirasi. Data yang diperoleh pada tahap uji keterbacaan berupa skor penilaian, komentar, dan saran mahasiswa mengenai kejelasan isi materi, penggunaan bahasa, petunjuk praktikum, tampilan LKM, serta kemudahan mengikuti setiap langkah kegiatan praktikum berbantuan *Cobra SMARTsense*.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber pendukung yang relevan. Sumber tersebut meliputi buku teks fisiologi tumbuhan yang membahas materi transpirasi sebagai dasar pengembangan isi LKM, serta artikel dan jurnal penelitian yang terkait dengan pengembangan perangkat pembelajaran, penggunaan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), dan pemanfaatan *Cobra SMARTsense* dalam kegiatan praktikum. Data sekunder ini digunakan sebagai rujukan teoritis sekaligus memperkuat landasan ilmiah dalam proses pengembangan LKM, sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan perkembangan teknologi pendidikan.

F. Teknik Pengumpulan Data

1. Validitas

Teknik pengumpulan data pada tahap validasi dilakukan menggunakan lembar validasi yang diberikan kepada tiga orang validator, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Lembar validasi digunakan untuk memperoleh data mengenai kelayakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang dikembangkan berdasarkan aspek materi, media, dan bahasa. Setiap validator memberikan penilaian berupa skor sesuai dengan indikator yang terdapat pada lembar validasi.

Selain memberikan skor penilaian, validator juga memberikan komentar dan saran terhadap bagian-bagian LKM yang masih perlu diperbaiki. Data yang diperoleh dari hasil validasi digunakan untuk mengetahui tingkat validitas LKM serta sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan produk sebelum dilanjutkan ke tahap uji keterbacaan.

2. Uji keterbacaan (*One to one evaluation*)

Teknik pengumpulan data pada tahap uji keterbacaan dilakukan menggunakan angket uji keterbacaan yang diberikan kepada 5 orang mahasiswa Program Studi Tadris Biologi angkatan 2024/2025 yang sedang menempuh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan pada semester genap, khususnya materi transpirasi. Angket digunakan untuk memperoleh data mengenai tingkat keterbacaan dan kemudahan penggunaan LKM yang dikembangkan.

Mahasiswa diminta mempelajari dan menggunakan LKM, kemudian mengisi angket berdasarkan pengalaman mereka selama menggunakan produk. Data yang diperoleh berupa skor penilaian, komentar, dan saran mengenai kejelasan

isi materi, penggunaan bahasa, petunjuk praktikum, tampilan, serta kemudahan mengikuti setiap kegiatan dalam LKM. Hasil uji keterbacaan digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi akhir sehingga diperoleh LKM yang lebih baik dan mudah dipahami oleh mahasiswa.

G. Instrumen Penelitian

1. Validitas

Instrumen yang digunakan untuk memperoleh data validitas dalam penelitian ini adalah lembar validasi ahli. Lembar validasi digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang dikembangkan sebelum digunakan pada tahap uji keterbacaan. Instrumen validasi dalam penelitian ini diadaptasi dan dimodifikasi dari instrumen yang dikembangkan oleh Sarpani, Dharmono, dan Mahrudin (2020), kemudian disesuaikan dengan tujuan penelitian serta karakteristik LKM praktikum transpirasi berbantuan *Cobra SMARTsense*.

Lembar validasi diberikan kepada tiga orang validator yang terdiri atas ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Masing-masing validator menilai LKM sesuai dengan bidang keahliannya menggunakan indikator yang telah disusun pada lembar validasi. Penilaian dilakukan terhadap aspek materi, media, dan bahasa, serta dilengkapi dengan komentar dan saran sebagai bahan perbaikan produk. Data yang diperoleh dari instrumen validasi digunakan untuk mengetahui tingkat validitas LKM dan menjadi dasar dalam melakukan revisi sehingga diperoleh produk yang layak digunakan.

2. Uji keterbacaan (*One to one evaluation*)

Menurut Sugiono (2013), instrumen penelitian adalah alat dan bahan penelitian yang dikembangkan sesuai dengan objek penelitian. Instrumen yang digunakan untuk memperoleh data uji keterbacaan adalah angket uji keterbacaan (*one-to-one evaluation*). Angket ini digunakan untuk mengetahui tingkat keterbacaan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), meliputi kejelasan isi materi, penggunaan bahasa, petunjuk praktikum, tampilan, serta kemudahan mahasiswa dalam memahami dan menggunakan LKM. Instrumen uji keterbacaan dalam penelitian ini diadaptasi dan dimodifikasi dari instrumen yang dikembangkan oleh Setiaawan *et.al.* (2021), kemudian disesuaikan dengan karakteristik LKM yang dikembangkan.

Angket uji keterbacaan diberikan kepada 5 orang mahasiswa Program Studi Tadris Biologi angkatan 2024/2025 yang sedang menempuh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan pada semester genap, khususnya materi transpirasi. Mahasiswa diminta mempelajari dan menggunakan LKM, kemudian memberikan penilaian dengan mengisi angket yang telah disediakan. Selain memberikan skor penilaian, mahasiswa juga memberikan komentar dan saran sebagai bahan revisi akhir sehingga LKM yang dikembangkan menjadi lebih mudah dipahami dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

H. Teknik Analisis Data

1. Validitas

Data validitas diperoleh dari hasil penilaian tiga orang validator, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa, menggunakan lembar validasi yang telah disediakan. Data yang diperoleh berupa skor penilaian pada setiap indikator serta komentar dan saran terhadap Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang dikembangkan. Skor penilaian dari setiap validator dijumlahkan, kemudian dihitung menggunakan rumus persentase untuk mengetahui tingkat validitas LKM.

Hasil persentase validitas selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria validitas menurut Akbar (2022). Selain dianalisis secara kuantitatif, komentar dan saran dari validator dianalisis secara kualitatif sebagai dasar dalam melakukan revisi produk. Apabila terdapat aspek yang memperoleh nilai rendah atau belum memenuhi kriteria valid, peneliti melakukan perbaikan sesuai dengan masukan validator. Hasil revisi tersebut kemudian ditelaah kembali melalui *self evaluation* sehingga diperoleh LKM yang memenuhi kriteria valid untuk digunakan pada tahap uji keterbacaan. Data hasil validasi ahli dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung skor rata-rata menggunakan rumus:

$$V = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$$

Keterangan:

V : Validitas

Tse : Total skor validasi dari validator

Tsh : Total skor maksimal validasi

Berikut tabel mengenai kriteria validitas Berdasarkan persentase uji validasi:

Tabel 3. 2 Kriteria Validitas

Persentase	Kategori Validitas
85,01%-100,00%	Sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi
70,01%-85,00%	Cukup valid, dapat digunakan tetapi perlu revisi kecil
50,01%-70,00%	Kurang valid, disarankan tidak digunakan, perlu revisi besar
01,00%-50,00%	Tidak valid, tidak boleh di pergunakan

Sumber: Akbar (2022)

2. Uji keterbacaan (*One to one evaluation*)

Data uji keterbacaan diperoleh dari hasil pengisian angket uji keterbacaan oleh 5 orang mahasiswa Program Studi Tadris Biologi angkatan 2024/2025 yang sedang menempuh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan pada semester genap, khususnya materi transpirasi. Data yang diperoleh berupa skor penilaian pada setiap indikator, komentar, dan saran mahasiswa terhadap kejelasan isi materi, penggunaan bahasa, petunjuk praktikum, tampilan, serta kemudahan penggunaan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).

Skor hasil uji keterbacaan dihitung menggunakan rumus persentase untuk mengetahui tingkat keterbacaan LKM. Selanjutnya, hasil persentase diinterpretasikan berdasarkan kriteria penilaian uji keterbacaan menurut Prastowo (2023). Selain itu, komentar dan saran dari mahasiswa dianalisis secara kualitatif sebagai dasar dalam melakukan revisi akhir terhadap LKM. Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengetahui apakah LKM yang dikembangkan telah mudah dipahami oleh mahasiswa serta layak digunakan.

$$P = \frac{\sum x}{\sum x \text{ maks}} \times 100\%$$

Keterangan:

P : Persentase hasil penilaian

$\sum x$: Jumlah skor yang diperoleh

$\sum x_{maks}$: Skor maksimum yang mungkin dicapai

Kriteria kepraktisan dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Kriteria Uji keterbacaan (*One to One evaluation*)

Persentase	Kategori Keterbacaans
81,01%-100,00%	Sangat baik
61,01%-80,00%	Baik
41,01%-60,00%	Sedang
21,00%-40,00%	Tidak baik
00,00%-20,00%	Sangat tidak baik

Sumber: Prastowo (2023)