

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL INTERAKTIF DENGAN  
APLIKASI *FLIP PDF CORPORATE EDITION* PADA MATA PELAJARAN  
BIOLOGI MATERI SISTEM KOORDINASI KELAS XI SMA**



Oleh :  
**ST. MARWAH**  
**H0318019**

**Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan  
untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL INTERAKTIF DENGAN  
APLIKASI *FLIP PDF CORPORATE EDITION* PADA MATA PELAJARAN  
BIOLOGI MATERI SISTEM KOORDINASI KELAS XI SMA**

**ST. MARWAH**

**NIM. H0318019**

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tanggal: 01 Juli 2025

**PANITIA UJIAN**

Ketua Penguji	: Dr. Nur Aisyah Humairah, S.Si., M.Pd.	(.....)
Sekretaris Ujian	: M. Irfan, S.Pd., M.Pd.	(.....)
Pembimbing I	: Dr. Sainab, M.Pd.	(.....)
Pembimbing II	: Muh. Rizal Kurniawan Yunus, S.Pd., M.Pd.	(.....)
Penguji I	: Sari Rahayu Rahman, S.Pd., M.Pd.	(.....)
Penguji II	: Yusrianto Nasir, S.Pd., M.Pd.	(.....)

Majene, 01 Juli 2025

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



NIP. 19631231 199003 1 028

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : St. Marwah  
NIM : H0318019  
Program Studi : Pendidikan Biologi

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Majene, 30 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



St. Marwah  
NIM. H0318019

## ABSTRAK

**ST. MARWAH:** Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Interaktif dengan Aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada Mata Pelajaran Biologi Materi Sistem Koordinasi Kelas XI SMA. **Skripsi. Majene: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) oleh guru merupakan salah satu bentuk inovasi dalam pengembangan bahan ajar yang dapat menunjang efektivitas proses pembelajaran. Salah satu bentuk bahan ajar yang dapat dikembangkan melalui pemanfaatan teknologi adalah E-Modul interaktif, yang dinilai mampu meningkatkan minat dan pemahaman belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas, kepraktisan, dan keefektifan bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada materi sistem koordinasi kelas XI SMA Negeri 1 Malunda. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan 4D, yaitu *Define, Design, Development, dan Dissemination*, namun dibatasi hingga tahap ketiga yaitu *Development* karena keterbatasan waktu. Selain itu, pada tahap *Development* telah tercapai tujuan utama penelitian, yakni menghasilkan E-Modul interaktif yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Subjek penelitian adalah 31 siswa kelas XI Aksara SMA Negeri 1 Malunda. Hasil validasi menggunakan lembar penilaian ahli media dan ahli materi yang dinilai oleh validator menunjukkan nilai rata-rata total validasi dari ahli media dan ahli materi sebesar 4,8 dengan memenuhi kriteria valid. Kepraktisan dinilai dari angket respon guru yang menunjukkan nilai rata-rata total sebesar 85% dan angket respon siswa sebesar 87% pada uji coba kelompok kecil serta 88% pada uji coba kelompok besar, yang memenuhi kriteria sangat praktis. Keefektifan bahan ajar diukur melalui soal tes hasil belajar dengan nilai 81%, termasuk dalam kategori sangat efektif. Dengan demikian, E-Modul interaktif yang dikembangkan dinilai valid, praktis, dan efektif sebagai media pembelajaran.

**Kata kunci:** Bahan Ajar, E-Modul Interaktif, 4D, *Flip PDF Corporate Edition*.

## **ABSTRACT**

**ST. MARWAH:** Development of Interactive E-Module Teaching Materials with *Flip PDF Corporate Edition* Application on Biology Subject of Coordination System Material for Grade XI Senior High School. **Undergraduate Thesis. Majene: Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

The use of Information and Communication Technology (ICT) by teachers is one form of innovation in the development of teaching materials that can support the effectiveness of the learning process. One form of teaching material that can be developed through the use of technology is interactive E-Modules, which are considered to be able to increase students' interest and understanding of learning. This study aims to determine the validity, practicality, and effectiveness of interactive E-Modules developed with the *Flip PDF Corporate Edition* application on the coordination system material for class XI SMA Negeri 1 Malunda. This study uses the Research and Development (R&D) method with a 4D development model, namely *Define, Design, Development, and Dissemination*, but is limited to the third stage, namely *Development* due to time constraints. In addition, at the *Development* stage, the main objective of the research has been achieved, namely to produce an interactive E-Module that meets the criteria of valid, practical, and effective. The subjects of the research were 31 students of class XI Aksara SMA Negeri 1 Malunda. The results of validation using the assessment sheets of media experts and material experts assessed by the validator showed an average total validation value from media experts and material experts of 4,8 by meeting the valid criteria. Practicality was assessed from the teacher response questionnaire which showed an average total value of 85% and the student response questionnaire of 87% in the small group trial and 88% in the large group trial, which met the criteria of very practical. The effectiveness of the teaching materials was measured through learning outcome test questions with a value of 81%, included in the very effective category. Thus, the interactive E-Module developed was considered valid, practical, and effective as a learning medium.

**Keywords:** Teaching Materials, Interactive E-Modules, 4D, *Flip PDF Corporate Edition*.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) memberikan dampak hampir seluruh sektor, khususnya dalam sektor pendidikan. Memanfaatkan teknologi di dalam pendidikan akan memudahkan membantu proses belajar mengajar. Guru sebagai fasilitator dan mediator bertugas membantu memfasilitasi siswa untuk belajar dan memahami konsep pembelajaran dengan baik (Repi et al., 2022). Salah satu faktor pendukung untuk menunjang kelancaran proses pembelajaran adalah bahan ajar. Pengimplementasian pembelajaran yang menerapkan basis Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menjadikan guru tertantang berinovasi mengembangkan bahan ajar yang lebih optimal. Bahan ajar yang canggih dan penggunaannya optimal akan mewujudkan sistem pembelajaran yang efektif (Fikri & Sofianto, 2022).

Pembelajaran akan efektif apabila siswa merasa gembira, nyaman dan menikmati pelajaran tersebut serta didukung dengan perencanaan yang baik oleh guru salah satunya dengan pemilihan bahan ajar yang tepat untuk dapat memengaruhi motivasi dan hasil belajar siswa menjadi lebih meningkat (Wulandari et al., 2020). Bahan ajar merupakan materi yang disusun secara terstruktur yang digunakan oleh guru dan siswa dalam proses belajar mengajar (Wibowo, 2018). Bagi guru bahan ajar digunakan untuk mengarahkan semua aktivitasnya dan yang seharusnya diajarkan kepada siswa dalam proses pembelajaran (Larasati et al., 2020). Sedangkan bagi siswa dengan adanya bahan ajar siswa akan mendapatkan pegangan dan panduan dalam mempelajari materi yang akan diberikan dari guru menjadikan siswa bisa berperan aktif pada kegiatan belajar (Susilo & Pahlevi, 2021).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan peneliti pada guru dan siswa kelas XI pada mata pelajaran biologi SMA Negeri 1 Malunda ditemukan beberapa masalah yang terkait dengan pembelajaran biologi, khususnya pada materi sistem koordinasi di antaranya, kurangnya pemahaman siswa pada mata pelajaran biologi khususnya pada materi sistem koordinasi, sebab

pada materi sistem koordinasi merupakan materi yang cukup luas dan mengandung banyak istilah yang bersifat abstrak sehingga tergolong sulit untuk dipahami oleh siswa, motivasi belajar dan hasil belajar siswa tergolong rendah, hal ini dapat dilihat dari nilai ulangan harian siswa yang menunjukkan bahwa persentase siswa yang tuntas di bawah 70%. Artinya bahwa banyaknya siswa yang mendapatkan nilai di bawah kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP). Nilai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) yang diambil berdasarkan ketetapan guru mata pelajaran biologi di SMA Negeri 1 Malunda yaitu sebesar 75. Selain itu, bahan ajar yang digunakan guru dalam proses pembelajaran masih kurang bervariasi yaitu hanya berupa media cetak seperti buku paket pembelajaran Biologi dan LKPD, dan guru belum pernah mengembangkan bahan ajar yang interaktif seperti E-Modul interaktif.

Solusi yang dapat diberikan sebagai pemecahan masalah dari permasalahan tersebut yaitu dengan memberikan tambahan bahan ajar yang dapat menarik minat siswa dalam mengikuti pembelajaran sehingga dapat membantu siswa dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru, dan dapat digunakan lebih praktis dengan memanfaatkan teknologi yaitu E-Modul interaktif. E-Modul diharapkan menjadi salah satu sumber belajar baru bagi siswa, dan selanjutnya dapat meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa. Meningkatkan pemahaman siswa dalam proses pembelajaran secara optimal, menuntut guru untuk menumbuhkan interaksi yang menyenangkan, salah satu caranya adalah menggunakan media pembelajaran interaktif. Penggunaan bahan ajar seperti E-Modul interaktif dalam proses pembelajaran, memungkinkan materi ajar dapat dimodifikasi menjadi lebih menarik (Dewi & Lestari, 2020).

Perkembangan teknologi di bidang pendidikan saat ini membantu pembelajaran dengan menggunakan teknik pembelajaran moderen. Salah satu penerapan TIK dalam bidang pendidikan antara lain, pemanfaatan sarana multimedia dan media internet dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan sarana multimedia dalam proses pembelajaran seperti saat ini, sebagian besar modul dibuat dalam bentuk cetak. Modul dalam bentuk ini cenderung monoton dan kurang dapat diminati siswa. Salah satu cara agar modul dapat lebih diminati siswa adalah dengan menciptakan modul dalam bentuk elektronik yang dapat

dijadikan suatu produk interaktif dan menarik minat siswa, karena dapat disisipi produk lain seperti gambar, animasi, audio maupun video, dan penambahan fitur-fitur yang dapat meningkatkan partisipasi aktif dari siswa. Selain itu dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat terutama siswa sudah tidak asing lagi dengan penggunaan *android* telah memungkinkan untuk menyesuaikan bahan ajar dengan era moderen sehingga modul dapat diakses kapan saja dan di mana saja secara praktis dan efisien. Oleh karena itu, dapat dikembangkan E-Modul interaktif sebagai bahan ajar dalam mendukung proses belajar mengajar yang efektif. Perkembangan modul di sini sejalan dengan tantangan di era disrupsi sehingga modul yang dikembangkan dan akan digunakan dalam proses pembelajaran tentulah modul yang sudah dikembangkan dengan menggunakan kemajuan teknologi komunikasi dan informasi yang sedang berkembang di masyarakat dengan memanfaatkan internet serta kecanggihan *android* yaitu E-Modul interaktif (Sidiq & Najuah, 2020).

E-Modul interaktif adalah hasil pengembangan alat pembelajaran modul cetak menjadi digital yang dilengkapi dengan program interaktif yang diakses melalui perangkat teknologi yaitu komputer maupun *smartphone* untuk memfasilitasi belajar siswa. Tujuan penggunaan E-Modul interaktif yaitu memudahkan siswa memahami materi, penambahan sumber belajar dan diharapkan mampu meningkatkan kemandirian siswa dalam belajar (Belanisa et al., 2022). Salah satu cara agar dapat menarik minat siswa yaitu dengan menciptakan modul dalam bentuk elektronik yang dapat dijadikan suatu produk interaktif karena dapat ditambahkan gambar, animasi, audio, dan video. Selain itu, dalam E-Modul interaktif dapat ditambahkan kuis sehingga siswa dapat bermain kuis dan melihat skornya masing-masing secara mandiri (Wulandari & Sulistyowati, 2022). Sejalan dengan itu, menurut Linda et al. (2021), suatu E-Modul dapat dikatakan interaktif apabila terjadi interaksi antara pengguna dengan E-Modul, seperti memperhatikan gambar, tulisan yang bervariasi, warna, suara, animasi bahkan video.

Pembuatan sebuah E-Modul interaktif dapat dilakukan dengan menggunakan *software* salah satunya adalah *Flip PDF Corporate Edition*. *Flip PDF Corporate Edition* merupakan sebuah aplikasi pembuat flipbook digital

canggih yang bisa mengkonversi PDF menjadi flipbook HTML. Aplikasi ini bisa digunakan untuk membuka halaman sebuah modul layaknya buku. Pembuatan E-Modul interaktif menggunakan *Flip PDF Corporate Edition* membuat siswa akan lebih tertarik untuk belajar karena tampilan dari *Flip PDF Corporate Edition* ini menarik. Menurut Christy & Panjaitan (2022), kelebihan dari aplikasi ini dibandingkan dengan PDF biasa adalah aplikasi ini memiliki tampilan mirip buku biasa namun pada *Flip PDF Corporate Edition* ditampilkan dalam slide dan dapat digeser ke kanan dan ke kiri. Selain itu, kelebihan dari aplikasi ini juga memungkinkan setiap orang untuk berkreasi dengan efek interaktif seperti menambahkan multimedia berupa gambar, video, musik/suara, *hyperlink*, tombol, animasi dan elemen interaktif lainnya. Kemudian terdapat halaman menu yang berfungsi sebagai tombol untuk memudahkan menuju halaman yang diinginkan. Menurut Fadilah & Sulistyowati (2022), format output yang disediakan juga cukup banyak mulai dari html, zip, exe, serta app yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Adanya E-Modul ini siswa dapat memiliki pengalaman belajar yang beragam, dan dapat menghilangkan kebosanan siswa karena media yang digunakan lebih bervariasi (Susanti & Sholihah, 2021).

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, penelitian ini penting untuk dilakukan karena dibutuhkan suatu bahan ajar yang dapat membuat siswa tertarik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran, agar tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik dan hasil belajar pun mengalami peningkatan. Maka, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Interaktif dengan Aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada Mata Pelajaran Biologi Materi Sistem Koordinasi Kelas XI SMA."

## **B. Identifikasi Masalah**

1. Bahan ajar yang digunakan oleh guru pada mata pelajaran biologi kelas XI SMA Negeri 1 malunda kurang bervariasi, artinya bahwa bahan ajar yang digunakan masih berupa bahan ajar cetak, seperti buku paket pembelajaran Biologi dan LKPD. Hal ini menyebabkan proses belajar dan pembelajaran kurang menarik dan membosankan sehingga berdampak pada banyak siswa yang tidak bersemangat ketika mengikuti pembelajaran biologi.

2. E-Modul interaktif sebagai bahan ajar pada mata pelajaran biologi belum pernah digunakan di sekolah, sebab guru belum pernah mengembangkan bahan ajar interaktif seperti E-Modul interaktif.
3. Kurangnya pemahaman siswa pada mata pelajaran biologi khususnya pada materi sistem koordinasi sebab materi tersebut mengandung topik yang terlalu banyak dan bersifat hafalan, dan banyak menggunakan istilah latin dan bersifat abstrak, sehingga menyebabkan siswa merasa bingung dan kurang memahami materi yang diajarkan.
4. Motivasi dan hasil belajar siswa kelas XI SMA Negeri 1 Malunda pada mata pelajaran biologi, khususnya pada materi sistem koordinasi tergolong rendah, sebab penggunaan bahan ajar pada saat pembelajaran yang belum mendukung dan penyajian materi yang terlalu banyak yang masih sulit untuk dipahami oleh siswa.

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan dalam latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana validitas bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada materi sistem koordinasi kelas XI SMA Negeri 1 Malunda?
2. Bagaimana kepraktisan bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada materi sistem koordinasi kelas XI SMA Negeri 1 Malunda?
3. Bagaimana keefektifan bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada materi sistem koordinasi kelas XI SMA Negeri 1 Malunda?

### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui validitas bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada materi sistem koordinasi kelas XI SMA Negeri 1 Malunda.

2. Untuk mengetahui kepraktisan bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada materi sistem koordinasi kelas XI SMA Negeri 1 Malunda.
3. Untuk mengetahui keefektifan bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada materi sistem koordinasi kelas XI SMA Negeri 1 Malunda.

## **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

### 1. Manfaat Teoritis

Dari hasil penelitian tersebut, diharapkan dapat memberikan tambahan wawasan dan pengetahuan baru yang berguna bagi pembaca maupun siswa di sekolah. Hal ini menjadi penting karena keberadaan hasil penelitian dapat menjadi salah satu sumber belajar yang bermanfaat baik di dalam maupun di luar kelas. Dengan mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan melalui hasil penelitian, diharapkan dapat semakin meningkatkan kualitas dan efektivitas pembelajaran di sekolah maupun di luar sekolah.

### 2. Manfaat Praktis

#### a. Bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan peneliti dalam mengembangkan bahan ajar E-Modul interaktif dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* yang dapat diaplikasikan dalam pembuatan bahan ajar di kemudian hari.

#### b. Bagi sekolah

Penelitian pengembangan bahan ajar E-Modul interaktif dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* dapat dijadikan sebagai rujukan untuk pengembangan mutu dan kualitas serta perangkat pembelajaran yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

#### c. Bagi guru

Penelitian pengembangan bahan ajar E-Modul interaktif dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* dapat dijadikan sebagai rujukan dalam

pengembangan bahan ajar yang mampu meningkatkan ketertarikan dan memberikan kemudahan bagi siswa dalam mempelajari biologi terkhususnya pada materi sistem koordinasi.

d. Bagi siswa

Penelitian pengembangan bahan ajar E-Modul interaktif dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* ini dapat membantu siswa untuk mempermudah proses pembelajaran agar lebih efektif dan efisien, sehingga siswa dapat memahami materi pembelajaran yang disampaikan dan hasil belajar pun meningkat.

## **F. Penelitian Relevan**

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh peneliti terdahulu yang ada kaitannya dengan penelitian ini. Berikut adalah penelitian yang relevan atau terkait dengan bahan ajar E-Modul interaktif sebagai berikut:

1. Penelitian Zinnurain (2021) dengan judul “Pengembangan E-Modul Pembelajaran Interaktif Berbasis *Flip PDF Corporate Edition* pada Mata Kuliah Manajemen Diklat” bahwa E-Modul interaktif yang dikembangkan telah divalidasi dan memenuhi kriteria media pembelajaran yang baik dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran dan sudah efektif digunakan untuk meningkatkan hasil belajar dalam proses pembelajaran. Adapun relevansi penelitian tersebut dengan penelitian yang dilakukan ini adalah sama-sama mengembangkan E-Modul interaktif dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition*. Sedangkan perbedaannya, yaitu penelitian tersebut menggunakan model pengembangan Borg and Gall, dan penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D.
2. Simanihuruk & Hia (2022) dengan judul “Pengembangan E-Modul Menggunakan *Flip PDF Corporate Edition* pada Materi Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-Siku Di SMA N 1 Sumbul” bahwa E-Modul yang dikembangkan layak, praktis, dan efektif digunakan untuk meningkatkan ketuntasan belajar siswa. Adapun relevansi penelitian tersebut dengan penelitian yang dilakukan ini adalah keduanya sama-sama mengukur

kevalidan E-Modul menurut ahli materi, dan ahli media, dan mengukur tingkat kepraktisan dan keefektifan E-Modul. Sedangkan perbedaannya, yaitu penelitian tersebut membahas materi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, dan penelitian ini membahas materi tentang sistem koordinasi.

3. Penelitian Safitri et al. (2022) dengan judul “Pengembangan E-Modul Kimia Menggunakan Aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* pada Materi Larutan Penyangga”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa E-Modul kimia menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* yang telah dikembangkan sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Adapun relevansi penelitian tersebut dengan penelitian yang dilakukan ini adalah keduanya menggunakan metode penelitian *Research and Development*. Sedangkan perbedaannya, yaitu penelitian tersebut mengembangkan E-Modul kimia dan sasarannya adalah kelas XII IPA SMA Negeri 7 Kota Bengkulu, dan penelitian ini mengembangkan E-Modul biologi dan sasarannya adalah kelas XI SMA Negeri 1 Malunda.
4. Penelitian Rifkanita et al. (2023) dengan judul “Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis *Flip PDF Corporate* di kelas X SMAN 1 Pamboang Kabupaten Majene”. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa E-Modul biologi berbasis *Flip PDF Corporate Edition* pada materi ekosistem telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Adapun relevansi antara penelitian tersebut dengan penelitian yang dilakukan ini terletak pada kesamaan instrumen yang digunakan, yaitu sama-sama menggunakan lembar validasi, angket respon guru dan siswa, serta tes hasil belajar siswa. Sedangkan perbedaannya, yaitu penelitian tersebut mengembangkan E-Modul dengan materi ekosistem mengacu pada model pengembangan ADDIE, dan penelitian ini mengembangkan E-Modul dengan materi sistem koordinasi mengacu pada model pengembangan 4D.
5. Penelitian Nurpatmawati & Bangun (2023) dengan judul “Pengembangan Bahan Ajar Emodul Interaktif Berbasis Android pada Materi Ekosistem untuk Siswa SMA Kelas X”, bahwa bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan sangat layak serta praktis diaplikasikan untuk pelaksanaan pembelajaran. Adapun relevansi dari penelitian tersebut dengan penelitian

yang dilakukan ini adalah keduanya sama-sama menggunakan metode penelitian *Research and Development* dengan model pengembangan 4D dan menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* dalam mengembangkan E-Modul interaktif. Sedangkan perbedaannya, yaitu penelitian tersebut hanya mengukur tingkat kevalidan dan kepraktisan dari E-Modul, dan untuk penelitian ini mengukur tingkat kevalidan, kepraktisan dan keefektifan dari E-Modul interaktif tersebut.

### **G. Spesifikasi Produk**

Produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah E-Modul interaktif dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Spesifikasi Isi
  - a. Bagian E-Modul dilengkapi dengan cover judul, menu utama, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, petunjuk penggunaan, peta konsep, sub-pembelajaran, evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka.
  - b. E-Modul interaktif pembelajaran biologi yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* berisi materi kelas XI tentang sistem koordinasi.
  - c. E-Modul interaktif pembelajaran biologi yang dikembangkan di dalamnya dilengkapi dengan video pembelajaran, gambar, dan latihan soal/quis yang sesuai dengan materi sistem koordinasi.
  - d. Terdapat halaman menu yang berfungsi sebagai tombol untuk memudahkan menuju halaman yang diinginkan.
2. Spesifikasi Kegrafisan
  - a. E-Modul interaktif yang dikembangkan menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition*.
  - b. E-Modul interaktif didesain menggunakan *Canva*.
  - c. E-Modul interaktif disimpan dalam bentuk HTML untuk dapat diakses oleh pengguna.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Bahan Ajar**

Bahan ajar merupakan bahan-bahan atau materi pelajaran yang disusun secara lengkap dan sistematis berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran yang digunakan guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Bahan ajar bersifat sistematis artinya disusun secara urut sehingga memudahkan siswa untuk belajar. Bahan ajar dapat berupa segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan proses pembelajaran di kelas. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun tidak tertulis (Syaifullah & Izzah, 2019).

Dalam penelitian ini, bahan ajar yang akan dikembangkan oleh peneliti termasuk bahan ajar interaktif. Menurut Prastowo (Wijayanti et al., 2015), bahan ajar interaktif adalah kombinasi antara dua atau lebih media (audio, teks, grafik, gambar, animasi, dan video) yang oleh penggunanya dimanipulasi atau diberi perlakuan untuk mengendalikan suatu perintah dan atau perilaku alami dari suatu presentasi. Bahan ajar interaktif dianggap menarik dan memudahkan penggunanya dalam mempelajari materi, karena bahan ajar ini disusun secara lengkap dan disertai petunjuk penggunaannya sampai pada penilaian.

Menurut Latifah & Utami (2019), bahan ajar interaktif dibuat dengan teknologi multimedia. Penggunaan bahan ajar interaktif dengan teknologi multimedia dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan efisiensi, motivasi, dan memfasilitasi belajar aktif, serta konsisten dengan belajar yang berpusat kepada siswa untuk belajar lebih baik. Lanjutnya menurut Prihantana et al. (2014), bahan ajar interaktif merupakan paket belajar mandiri yang meliputi serangkaian pengalaman belajar yang direncanakan dan dirancang secara sistematis untuk membantu siswa mencapai tujuan belajar.

Untuk mengembangkan multimedia dalam proses pembelajaran dibutuhkan suatu kreativitas pendidik dalam merancang bahan ajar yang akan digunakan dalam proses belajar. Bahan ajar memiliki peranan penting sebagai

sarana untuk mencapai tujuan pembelajaran dan tuntutan kompetensi. Namun bahan ajar di sekolah masih berupa bahan ajar cetak. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bahan ajar bukan hanya dalam bentuk bahan ajar cetak, akan tetapi dapat berbentuk bahan ajar interaktif salah satunya modul elektronik (Savira et al., 2019).

Dari beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa bahan ajar adalah segala bentuk bahan (baik informasi, materi yang tertulis ataupun tidak tertulis) yang disusun secara sistematis yang digunakan dalam proses pembelajaran.

a. Fungsi bahan ajar

Menurut Magdalena et al. (2020), secara garis besar bahan ajar memiliki fungsi yang berbeda baik untuk guru maupun siswa. Adapun fungsi bahan ajar untuk guru yaitu, untuk mengarahkan semua aktivitas guru dalam proses pembelajaran sekaligus merupakan substansi kompetensi yang seharusnya diajarkan kepada siswa, dan sebagai alat evaluasi pencapaian hasil pembelajaran. Dalam bahan ajar akan selalu dilengkapi dengan sebuah evaluasi guna mengukur penguasaan kompetensi per tujuan pembelajaran. Sedangkan fungsi bahan ajar bagi siswa yakni, sebagai pedoman dalam proses pembelajaran dan merupakan substansi kompetensi yang harus dipelajari. Adanya bahan ajar, siswa akan lebih tahu kompetensi apa saja yang harus dikuasai selama program pembelajaran berlangsung. Siswa jadi memiliki gambaran skenario pembelajaran lewat bahan ajar.

b. Tujuan bahan ajar

Menurut Ritonga et al. (2022), tujuan bahan ajar adalah:

- 1) Menyediakan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum dengan mempertimbangkan kebutuhan siswa, yaitu bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan setting atau lingkungan sosial siswa.
- 2) Membantu siswa dalam memperoleh bahan ajar alternatif jika bahan ajar berupa buku teks sulit diperoleh dan atau sulit dipahami.
- 3) Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran.

c. Manfaat bahan ajar

Menurut Aisyah et al. (2020), manfaat bahan ajar dikelompokkan bagi guru maupun siswa. Manfaat bagi guru yaitu:

- 1) Memperoleh bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum yang sesuai dengan kebutuhan belajar siswa.
- 2) Tidak bergantung pada buku teks yang terkadang sulit didapat.
- 3) Memperkaya wawasan karena dikembangkan dengan menggunakan berbagai referensi.
- 4) Menambah khasanah pengetahuan serta pengalaman guru dalam menyusun bahan ajar.
- 5) Membangun komunikasi pembelajaran yang efektif antara guru dan siswa, karena siswa akan lebih percaya kepada gurunya maupun dirinya.

Kemudian bagi siswa, manfaat bahan ajar yaitu:

- 1) Kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik.
- 2) Kesempatan untuk belajar secara mandiri dan mengurangi ketergantungan terhadap kehadiran guru.
- 3) Mendapatkan kemudahan dalam mempelajari setiap kompetensi yang harus dikuasainya.

d. Jenis bahan ajar

Menurut Waruwu & Sarwandi (2021), ada beberapa jenis bahan ajar yang bisa digunakan di dalam proses pembelajaran sebagai berikut:

- 1) Bahan ajar pandang (visual) terdiri atas bahan cetak (printed) seperti handout, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, leaflet, wallchart, foto/gambar, dan non cetak (non printed), seperti model/maket.
- 2) Bahan ajar dengar (audio) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan Compact Disc Audio (CD Audio).
- 3) Bahan ajar pandang dengar (audio visual) seperti video Compact Disc (VCD), film.
- 4) Bahan ajar multimedia interaktif (interactive teaching material) seperti CAI (Computer Assisted Instruction), Compact Disc (CD) multimedia pembelajaran interaktif, dan bahan ajar berbasis web (web-based learning materials).

## 2. Modul Pembelajaran

### a. Pengertian modul

Modul pembelajaran merupakan salah satu bahan ajar yang dapat dimanfaatkan oleh siswa secara mandiri. Modul yang baik harus disusun secara sistematis, menarik, dan jelas. Modul dapat digunakan kapanpun dan di manapun sesuai dengan kebutuhan siswa (Sirate & Ramadhana, 2017). Sejalan dengan itu menurut Depdiknas (2008, p. 12), modul adalah bahan ajar berbentuk cetak yang berisi petunjuk belajar mandiri secara jelas dan teratur sehingga siswa dapat belajar tanpa atau dengan adanya guru yang membimbing mereka. Materi, metode, dan evaluasi semuanya tertuang dalam modul yang merupakan perangkat atau alat pembelajaran, isinya dibuat semudah mungkin untuk dipahami oleh siswa. Menurut Majid (2008, p. 176), modul dibuat dengan menggunakan bahasa yang jelas, menarik, dan menyertakan contoh sehingga keterampilan dasar yang diharapkan dikuasai oleh siswa tercapai dengan baik.

### b. Karakteristik modul

Menurut Septora (2017), untuk menghasilkan modul yang mampu meningkatkan motivasi belajar, pengembangan modul harus memperhatikan karakteristik modul. Modul yang diperlukan harus memenuhi karakteristik di antaranya yaitu:

- 1) *Self instruction*, merupakan karakteristik penting dalam modul. Pada tahap ini siswa mampu belajar secara mandiri dan tidak tergantung pada pihak lain. Maka dalam karakteristik ini modul harus:
  - a) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian kompetensi inti dan kompetensi dasar.
  - b) Memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam unit-unit kegiatan yang kecil/spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas.
  - c) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran.
  - d) Terdapat soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur penguasaan siswa.
  - e) Kontekstual, yaitu materi yang disajikan terkait dengan suasana, tugas konteks kegiatan dan lingkungan siswa.

- f) Menggunakan bahasa sederhana dan komunikatif.
  - g) Terdapat rangkuman materi pembelajaran.
  - h) Terdapat instrumen penilaian.
  - i) Terdapat umpan balik atas penilaian siswa.
  - j) Terdapat informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran.
- 2) *Self contained*, maksudnya yaitu memberikan kesempatan siswa mempelajari materi pembelajaran secara tuntas.
  - 3) Berdiri sendiri (*stand alone*), merupakan karakteristik modul yang tidak tergantung pada bahan ajar/media lain.
  - 4) *Adaptif*, yaitu modul hendaknya memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
  - 5) *User friendly*, yaitu modul hendaknya memenuhi kaidah *user friendly* atau bersahabat/akrab dengan pemakainya. Modul yang baik adalah modul yang mampu bersahabat dengan si pembaca. Setiap informasi dan instruktur yang terdapat di dalamnya bersifat membantu dan memudahkan siswa dalam belajar. Artinya, bahwa dalam penggunaannya, modul memberikan kemudahan kepada pemakai dalam merespon dan mengakses sesuai keinginan pemakai. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan.

c. Fungsi dan manfaat modul

Fungsi modul pembelajaran sebagai acuan dalam tingkat keberhasilan belajar karena modul menuntut siswa untuk mengukur tingkat kemampuan melalui pembelajaran secara mandiri yang di dalamnya terdiri dari materi yang terperinci dan sesuai dengan kompetensi (Alimin & Effendi, 2020).

Menurut Kuswara et al. (2017, p. 46), modul memiliki berbagai manfaat, baik ditinjau dari kepentingan siswa maupun dari kepentingan guru.

- 1) Bagi siswa, modul bermanfaat antara lain:
  - a) Siswa memiliki kesempatan melatih diri belajar secara mandiri.
  - b) Belajar mandiri lebih menarik karena dapat dipelajari di luar kelas dan di luar jam pembelajaran.

- c) Berkesempatan mengekspresikan cara-cara belajar yang sesuai dengan kemampuan dan minatnya.
  - d) Berkesempatan menguji kemampuan diri sendiri dengan mengerjakan latihan yang disajikan dalam modul.
  - e) Mampu membelajarkan diri sendiri.
  - f) Mengembangkan kemampuan siswa dalam berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lainnya.
- 2) Bagi guru, penyusunan modul bermanfaat karena:
- a) Mengurangi kebergantungan terhadap ketersediaan buku teks.
  - b) Memperluas wawasan karena disusun dengan menggunakan berbagai referensi.
  - c) Menambah khazanah pengetahuan dan pengalaman dalam menulis bahan ajar.
  - d) Membangun komunikasi yang efektif antara dirinya dan siswa karena pembelajaran tidak harus berjalan tatap muka.
  - e) Menambah angka kredit jika dikumpulkan menjadi buku dan diterbitkan.
- d. Komponen modul

Menurut Septora (2017), tahapan-tahapan utama yang perlu tersedia di dalam modul, yaitu tinjauan mata pelajaran, pendahuluan, kegiatan belajar, latihan; rambu-rambu jawaban latihan, rangkuman, tes formatif, dan kunci jawaban tes formatif. Menurut Alimin & Effendi (2020), kerangka modul pembelajaran terdiri dari deskripsi judul, petunjuk penggunaan modul untuk siswa, kegiatan pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, kesimpulan, latihan soal, tes formatif, dan kunci jawaban soal.

e. Jenis-jenis modul

Jenis-jenis modul menurut Prastowo (2011, pp. 110–112), sebagai berikut:

1) Menurut penggunaannya

Dilihat dari penggunaannya, modul terbagi menjadi dua macam, yaitu modul untuk siswa dan modul untuk guru. Modul untuk siswa berisi kegiatan belajar yang dilakukan oleh siswa, sedangkan modul untuk guru berisi petunjuk guru, tes akhir modul, dan kunci jawaban tes akhir modul.

## 2) Menurut tujuan penyusunannya

Jenis modul menurut tujuan penyusunannya ada dua, yaitu:

### a) Modul inti

Modul inti adalah modul yang disusun dari kurikulum dasar, yang merupakan tuntutan dari pendidikan dasar umum yang diperlukan oleh seluruh warga Negara Indonesia. Modul pengajaran ini merupakan hasil penyusunan dari unit-unit program yang disusun menurut tingkat (kelas) dan bidang studi (mata pelajaran). Adapun unit-unit program itu sendiri diperoleh dari hasil penjabaran kurikulum dasar.

### b) Modul pengayaan

Modul pengayaan adalah modul hasil dari penyusunan unit-unit program pengayaan yang berasal dari program pengayaan yang bersifat memperluas. Modul ini disusun sebagai bagian dari usaha untuk mengakomodasi siswa yang telah menyelesaikan dengan baik program pendidikan dasarnya melalui teman-temannya.

## 3. E-Modul Interaktif

### a. Pengertian E-Modul

Menurut Wardhana et al. (2022), modul yang diintegrasikan dengan teknologi dinamakan modul elektronik yang menyediakan berbagai tampilan interaktif sehingga dapat menambah motivasi dan meningkatkan daya tarik untuk belajar. E-Modul yang dikembangkan harus berisikan materi, metode, batasan, serta evaluasi yang rancangannya harus memenuhi sistematikanya dan bersifat menarik sehingga siswa dapat mencapai ketuntasan materi dan dapat mengevaluasi hasil belajar secara mandiri berdasarkan tingkat kompleksitasnya. E-Modul dapat menyajikan gambar, animasi, video, audio, tautan, dan navigasi sehingga siswa mampu mengkonstruksi materi yang dirasa sulit dan abstrak.

Menurut Elvarita et al. (2020), E-Modul adalah versi elektronik dari yang sebelumnya merupakan sebuah modul cetak yang dapat dibaca pada komputer atau *gadget* lainnya dan dirancang dengan *software* pendukung. Sejalan dengan itu, menurut Prihatiningtyas & Sholihah (2020), elektronik modul (E-Modul) adalah modul versi elektronik di mana akses dan penggunaannya dilakukan

melalui alat elektronik seperti komputer, laptop, tablet atau bahkan *smartphone*. Elektronik modul (E-Modul) merupakan pilihan tepat untuk memudahkan guru dan siswa dalam menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menjadi bermanfaat serta menunjang proses belajar mengajar.

E-Modul merupakan seperangkat media pengajaran digital dan non cetak yang disusun secara sistematis dan digunakan untuk keperluan belajar mandiri, sehingga dapat menuntut siswa untuk belajar memecahkan masalah dengan caranya sendiri (Priatna et al., 2017). Sejalan dengan itu, menurut Laili et al. (2019) bahwa E-Modul merupakan bahan ajar yang dapat membantu siswa dalam mempelajari materi pelajaran secara mandiri yang dalam penggunaannya menggunakan media elektronik. E-Modul dapat membantu siswa untuk belajar secara mandiri dan dapat mengukur tingkat pemahamannya sendiri, dalam E-Modul terdapat tujuan akhir dalam kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan sehingga siswa dapat mengetahui hal apa saja yang harus mereka kuasai atau pahami untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

Menurut Kusuma & Mahardi (2021), E-Modul interaktif merupakan salah satu alternatif inovasi media berbasis teknologi yang memuat tentang materi, gambar-gambar, atau audio dan video yang dirancang secara sistematis, variatif, dan menarik untuk memberikan akses kemudahan kepada guru ketika menyampaikan materi yang ingin dicapai. Menurut Mawarni & Hendriyani (2021), E-Modul interaktif merupakan modul elektronik yang dirancang untuk menciptakan interaksi dengan penggunanya sehingga pengguna akan lebih aktif dalam menggunakan media pembelajaran. Interaksi terhadap siswa pada E-Modul interaktif dapat mendorong kemauan siswa untuk belajar.

Menurut Belanisa et al. (2022), E-Modul interaktif dilengkapi beberapa multimedia yaitu teks, gambar, animasi, audio, dan video. Selain itu, terdapat quiz yang dapat dijadikan evaluasi mandiri untuk mengetahui dan mengukur tingkat kemampuan, ketuntasan dan pemahaman belajar siswa. Sejalan dengan itu, menurut Aeni & Widodo (2022), E-Modul interaktif merupakan media belajar yang dirancang secara sistematis dan interaktif, sehingga memungkinkan pengguna berinteraksi secara aktif dengan media baik melalui unsur audio, teks, video, grafik, maupun animasi guna memudahkan siswa dalam memahami konten

pelajaran. E-Modul interaktif ini mengintegrasikan tombol navigasi dan petunjuk penggunaan, sehingga dapat dimanfaatkan oleh pengguna secara mandiri di manapun dan kapanpun. Hasil belajar juga dapat ditingkatkan, karena ketika minat belajar meningkat maka kemungkinan besar hasil belajar juga semakin meningkat.

Menurut Sidiq & Najuah (2020), dikatakan interaktif karena pengguna akan mengalami interaksi dan bersikap aktif misal aktif memperhatikan gambar, memperhatikan tulisan yang bervariasi warna atau bergerak, suara, animasi bahkan video dan film. Kondisi interaktif akan meningkatkan nilai komunikasi yang sangat tinggi, artinya informasi tidak hanya dapat dilihat sebagai cetakan, melainkan juga dapat didengar, serta membentuk simulasi dan animasi yang dapat membangkitkan semangat dan memiliki nilai grafis yang tinggi dalam penyajiannya.

Struktur penulisan E-Modul hampir sama dengan format, karakteristik dan bagian-bagian yang terdapat pada modul cetak pada umumnya. Meskipun terdapat kesamaan dalam struktur penulisan, modul cetak dan modul elektronik memiliki perbedaan. Sesuai dengan pernyataan Pratiwi (2018, p. 22) yang mengutip pernyataan Saputro bahwa perbedaan antara modul cetak dengan modul elektronik dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbedaan Modul Cetak dengan Modul Elektronik (E-Modul)

<b>Modul Cetak</b>	<b>Modul Elektronik</b>
Tampilannya berupa kumpulan kertas yang berisi informasi tercetak, dijilid dan diberi halaman sampul.	Ditampilkan menggunakan perangkat elektronik dan <i>software</i> atau aplikasi khusus (labtop, komputer, <i>mobile phone</i> ).
Tidak membutuhkan sumber daya khusus untuk menggunakannya.	Menggunakan sumber daya listrik, komputer atau <i>mobile phone</i> untuk mengoperasikannya.
Karena berbentuk fisik sehingga untuk membawa membutuhkan ruang untuk meletakkannya.	Lebih praktis untuk dibawa kemana mana.
Biaya produksi lebih mahal karena diperlukan percetakan untuk diperbanyak serta biaya untuk penyebarluasan.	Biaya lebih murah karena tidak diperlukan biaya tambahan untuk percetakan.
Daya tahan kertas terbatas oleh waktu, mudah rusak (sobek, basah, dan warna memudar).	Tahan lama dan tidak lapuk dimakan waktu.
Tidak dapat dilengkapi dengan audio dan video, hanya dapat dilengkapi dengan ilustrasi.	Dapat dilengkapi dengan audio, dan video dalam penyajiannya sehingga lebih menarik.

Saputro (Pratiwi, 2018, p. 22)

#### b. Karakteristik E-Modul

Menurut Mulyono et al. (2021), modul elektronik mempunyai karakteristik berupa ukuran file yang relatif kecil sehingga dapat disimpan dalam *flashdisk*, mudah untuk dibawa, bisa digunakan secara offline, dapat dipelajari kapan dan di mana saja.

Sedangkan menurut Wulansari et al. (2018) bahwa E-Modul merupakan modul pembelajaran yang dalam penyajiannya menggunakan media elektronik. Sehingga karakteristik E-Modul sama dengan karakteristik modul yaitu *self instruction, self contained, stand alone, adaptif, dan user friendly*.

#### c. Fungsi E-Modul

Berdasarkan dari segi fungsinya, Syafutri et al. (2019) berpendapat bahwa E-Modul dapat menggantikan peran guru, dan disajikan melalui media elektronik sehingga dapat diakses di manapun dan kapanpun. Lanjutnya menurut Laili et al. (2019) bahwa E-Modul dapat membantu siswa mengukur dan mengontrol kemampuan dan intensitas belajarnya, penggunaan E-Modul tidak dibatasi tempat dan waktu, karena tergantung kesanggupan siswa dalam menggunakannya.

Dengan demikian E-Modul yang dikembangkan dapat digunakan kapan saja dan di mana saja.

d. Tujuan dan manfaat E-Modul

Menurut Mahardika et al. (2022), pembelajaran menggunakan E-Modul bertujuan untuk membantu siswa agar dapat belajar secara mandiri atau dengan bantuan pendidik seminimal mungkin, peran pendidik dalam proses pembelajaran tidak mendominasi dalam membantu siswa untuk memahami suatu materi, melatih kejujuran pada siswa, siswa dapat belajar dengan cepat, dan dalam pembelajaran siswa dapat mengukur tingkat penguasaan materi sendiri. Sejalan dengan itu, menurut Zulhijjah (2021) menyatakan bahwa pembelajaran melalui E-Modul interaktif dapat membantu siswa belajar secara mandiri di mana saja, kapan saja dengan tampilan yang menarik dan interaktif sehingga proses pembelajaran lebih mudah dan menyenangkan.

Menurut Pratama et al. (2021) bahwa manfaat penggunaan E-Modul sebagai sumber belajar dalam proses pembelajaran antara lain, dapat menambah dan memperluas cakrawala sajian materi dalam kelas, dapat merangsang untuk berpikir, bersikap dan berkembang lebih lanjut. Sejalan dengan itu menurut Haryanto (Ilham & Huda, 2021), manfaat penggunaan E-Modul dalam proses pembelajaran ialah, dapat memperluas wawasan, merangsang cara berpikir yang aktif dan berkembang lebih lanjut pola pikir siswa. Adanya E-Modul dapat memperluas cara berpikir siswa dengan mempelajari materi tambahan yang disajikan dalam modul, selain itu juga pembahasan ulang beberapa materi yang diberikan.

e. Komponen-komponen E-Modul

Dalam pembuatan E-Modul yang baik, hal penting yang harus dilakukan adalah dengan mengenali unsur-unsurnya. E-Modul mengadaptasi komponen-komponen yang terdapat di dalam modul cetak pada umumnya. Perbedaan hanya pada penyajian fisik E-Modul yang membutuhkan perangkat elektronik seperti *computer*, *smartphone* maupun alat elektronik lainnya untuk menggunakannya.

Menurut Cheva & Zainul (2019), komponen yang terdapat di dalam E-Modul, yaitu:

- 1) *Cover*, berisi judul dan gambar yang berkaitan dengan materi.
  - 2) Kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel yang dapat memudahkan penggunaan E-Modul.
  - 3) Petunjuk penggunaan, yang berisikan petunjuk penggunaan E-Modul guna memudahkan pemakaian E-Modul.
  - 4) Kompetensi yang dicapai, berupa CP, TP dan ATP.
  - 5) Peta konsep materi.
  - 6) Materi pembelajaran
  - 7) Lembaran kegiatan untuk menunjang kegiatan pembelajaran.
  - 8) Tes kuis yang berisi pertanyaan yang berhubungan dengan materi yang sudah dipelajari serta adanya kunci jawaban.
- f. Kelebihan dan kekurangan E-Modul

Menurut Asmi (Ekawati et al., 2022), adapun keunggulan dari penggunaan E-Modul, yaitu:

- 1) Mampu menumbuhkan motivasi siswa.
- 2) Adanya evaluasi memungkinkan pendidik dan siswa mengetahui di bagian mana yang belum tuntas atau sudah tuntas.
- 3) Bahan pelajaran dapat dipecah agar lebih merata dalam satu semester.
- 4) Bahan ajar disusun sesuai dengan tingkatan akademik.
- 5) Dapat membuat modul lebih interaktif dan dinamis dibanding modul cetak yang lebih statis.
- 6) Dapat menggunakan video, audio, dan animasi untuk mengurangi unsur verbal modul cetak yang tinggi.

Sedangkan menurut Shobrina et al. (2020), keunggulan dari penggunaan E-Modul yaitu menggunakan ataupun membuat E-Modul tidak diperlukan tinta maupun kertas sehingga biaya yang digunakan lebih hemat. E-Modul dapat digunakan oleh guru sebagai media pembelajaran dan sebagai bahan ajar mandiri bagi siswa. Siswa dapat mengetahui seberapa jauh tingkat pemahamannya terhadap materi yang telah disajikan dengan menggunakan E-Modul, karena pada E-Modul juga berisi evaluasi untuk mengetahui hasil belajar siswa. Pada E-Modul

terdapat pula gambar yang membuat E-Modul terlihat lebih menarik untuk digunakan.

Menurut Zainul & Oktavia (Prihatiningtyas & Sholihah, 2020), dibandingkan dengan modul cetak, E-Modul dilengkapi dengan media interaktif seperti video, audio, animasi dan fitur interaktif lain yang dapat dimainkan dan diputar ulang saat menggunakan E-Modul. E-Modul dinilai bersifat inovatif karena dapat menampilkan bahan ajar yang lengkap, menarik, interaktif, dan mengemban fungsi kognitif yang bagus. Elektronik modul (E-Modul) merupakan bentuk modul secara digitalize dan dikemas dengan lebih interaktif. Sejalan dengan itu menurut Darwis et al. (2020), keuntungan dari modul elektronik bukan hanya dari segi interaktivitas saja, tetapi dari akseibilitas dan juga dapat meningkatkan kemandirian aktif dari siswa dalam belajar. Modul elektronik dapat digunakan melalui perangkat elektronik seperti laptop dan *smartphone*.

Selain itu, menurut Wulandari et al. (2020), E-Modul interaktif lebih dapat menambah motivasi dan hasil belajar siswa karena beberapa keunggulan yang dimiliki, yaitu E-Modul lebih menarik karena dilengkapi fitur multimedia membuat keterlibatan lebih banyak indra yang diperlukan siswa untuk belajar, materi atau unit pembelajaran tersusun sistematis sehingga dapat digunakan siswa untuk belajar secara mandiri, dapat memuat soal latihan yang bersifat interaktif sehingga dapat memberi umpan balik secara segera artinya, soal latihan dapat di jawab langsung oleh pengguna dengan memilih opsi yang tersedia dan akan langsung mendapatkan konfirmasi mengenai benar atau salahnya jawaban yang telah dipilih, dengan begitu siswa mendapat petunjuk yang lebih jelas mengenai materi yang sudah atau belum dikuasainya sehingga meningkatkan motivasi siswa untuk belajar, dan E-Modul interaktif mudah digunakan tanpa terbatas ruang dan waktu.

Selanjutnya dari kelebihan yang telah dijelaskan terdapat pula kelemahan dari E-Modul. Menurut Farida & Ratnawuri (2021), kelemahan E-Modul di antaranya adalah untuk soal yang dibuat untuk soal interaktifnya hanya terbatas pada soal pilihan ganda, karena untuk membuat soal uraian terdapat kesulitan dalam melakukan penilaian karena jawaban harus persis sama dengan kunci jawaban. Sehingga untuk membuat soal uraian membutuhkan waktu yang lama

untuk dilihat langsung nilai yang diperoleh siswa karena guru harus tetap mengoreksinya secara manual.

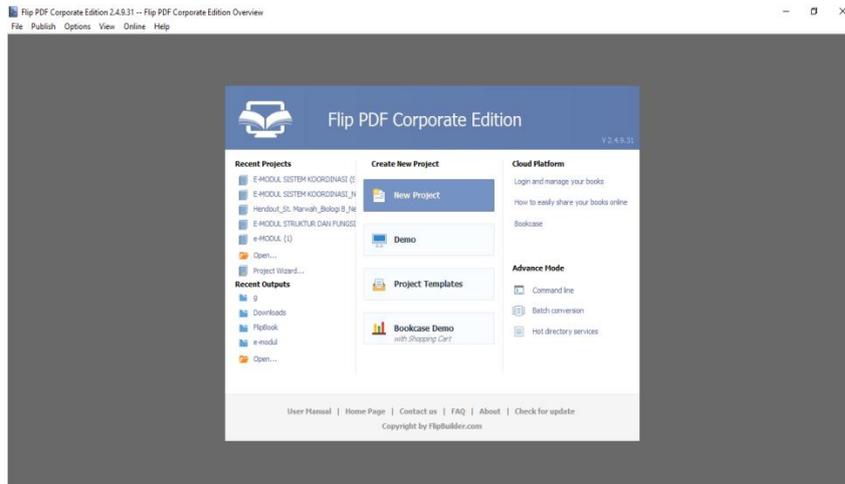
Selain itu menurut Rahman (2021), kelemahan E-Modul interaktif yaitu dalam proses pengembangannya membutuhkan waktu yang cukup lama karena dikerjakan melalui proses yang kompleks, dan kekurangan selanjutnya terletak pada ketersediaan perangkat untuk mengaksesnya, karena E-Modulnya hanya bisa diakses menggunakan perangkat elektronik berupa *computer* atau *android*. Jika perangkat tersebut tidak tersedia maka E-Modul tidak dapat digunakan. Namun pada zaman sekarang sudah banyak digunakan dan hampir setiap orang memiliki *computer* atau *smartphone android*.

g. *Flip PDF Corporate Edition*

Salah satu aplikasi/*software* yang digunakan dalam mengembangkan E-Modul pada penelitian ini yaitu *Flip PDF Corporate Edition*. Menurut Khoiriyah et al. (2022), aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* merupakan aplikasi untuk menyusun modul digital dengan tampilan layaknya buku konvensional. Aplikasi ini juga menyediakan menu-menu yang lengkap sehingga modul yang dihasilkan tidak hanya memuat materi-materi pelajaran dalam bentuk teks tetapi juga dapat berupa gambar, audio, video, youtube, vimeo, link, dan kuis interaktif. *Flip PDF Corporate Edition* dapat diakses secara online atau offline (Zinnurain, 2021).

Menurut Sumarni & Dwitiyanti (2022), *Flip PDF Corporate Edition* adalah media *Flip PDF Corporate Edition* memiliki tampilan seperti buku bisa digeser maupun dislide. Konten di dalamnya juga dapat diisi dengan animasi atau video, baik itu video offline maupun online, dan dapat pula diisi suara penjelasan materi yang kita rekam. Selain itu, terdapat halaman menu yang berfungsi sebagai tombol untuk memudahkan menuju halaman yang diinginkan. Menurut Fadilah & Sulistyowati (2022), format output yang disediakan juga cukup banyak mulai dari html, zip, exe, serta app yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Lanjutnya menurut Susanti & Sholihah (2021), *Flip PDF Corporate* merupakan sebuah *software* yang bisa digunakan untuk membuka halaman sebuah modul layaknya buku. Dengan menggunakan *Flip PDF Corporate* siswa akan lebih tertarik untuk belajar karena tampilan dari *Flip PDF Corporate* ini menarik. Tampilan *Flip Pdf Corporate Edition* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tampilan Awal *Flip PDF Corporate Edition*

Menurut Amrullah (2022), *Flip PDF Corporate Edition* memiliki beberapa kelebihan antara lain:

- 1) Sangat mudah digunakan dalam pembuatan media pembelajaran.
- 2) Dapat digunakan untuk membuat bahan ajar bagi siswa.
- 3) Pengoperasiannya mudah sehingga dapat digunakan oleh pendidik bahkan bagi pendidik yang tidak seberapa mahir dalam mengoperasikan *computer*.
- 4) Memiliki fitur-fitur yang sangat berguna dalam pembuatan bahan ajar bagi siswa seperti menambahkan gambar, video, *link*, dan kuis.

Sedangkan kekurangan penggunaan *Flip PDF Corporate Edition* adalah E-Modul yang diolah dalam *software* diinput hanya bisa dari format pdf, apabila terdapat perubahan pada file utama harus membuat *project* baru.

Menurut Sahjat et al. (2023), terdapat beberapa langkah-langkah dalam menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition*, antara lain:

- 1) Membuka aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* dan pilih *New Project*
- 2) Pilih versi HTML 5 dan klik “OK”
- 3) Pilih file yang akan diedit di lokasi penyimpanan. File yang akan diedit harus sudah bertipe PDF.
- 4) Klik menu “*edit pages*”, untuk mengedit isi modul.
- 5) Setelah selesai mengedit isi modul, klik “*save and exit*”, pada pojok kanan atas halaman.

Berdasarkan beberapa penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa *Flip PDF Corporate Edition* merupakan aplikasi yang berfungsi untuk mengonversi dan mempublikasi file dalam format PDF menjadi format *flipbook* sehingga halamannya dapat dibolak-balik ketika membaca dan didukung dengan perpaduan teks, gambar, video, audio, *link*, dan kuis sehingga bahan ajar digital memiliki tampilan lebih menarik dan mudah untuk dipahami.

#### **4. Model Penelitian dan Pengembangan**

Sugiyono (2019, p. 752) menyatakan bahwa metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggrisnya *Research and Development* (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Dalam bidang pendidikan, penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D), merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran. Dari uraian tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bahwa *Research and Development* adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk-produk tertentu serta menguji validitas dan keefektifan produk tersebut dalam penerapannya.

Ada beberapa model pengembangan yang bisa digunakan dalam penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan produk. Menurut Maydiantoro (2021), model pengembangan yang dapat digunakan terdiri dari Borg and Gall, 4D, dan ADDIE. Sedangkan Menurut Sugiyono (2019, pp. 762–767), model pengembangan yang dapat digunakan, yaitu Borg and Gall, 4D, ADDIE, dan Richey and Klein. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beberapa model pengembangan yang dapat digunakan dalam penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan suatu produk, yaitu:

- a. Borg and Gall
- b. 4D
- c. ADDIE
- d. Richey and Klein

Keempat model pengembangan yang telah disebutkan, model penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D untuk melakukan pengembangan bahan ajar biologi berupa E-Modul interaktif. Model pengembangan 4D terdiri atas 4 tahap utama, yaitu tahap *Define*, tahap *Design*, tahap *Development* dan tahap *Dissemination*. *Define* (Pendefinisian), berisi kegiatan untuk menetapkan produk apa yang akan dikembangkan, beserta spesifikasinya. *Design* (Perancangan), berisi kegiatan untuk membuat rancangan terhadap produk yang telah ditetapkan. *Development* (Pengembangan) berisi kegiatan membuat rancangan menjadi produk dan menguji validitas produk secara berulang-ulang sampai dihasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. *Dissemination* (Penyebaran) berisi kegiatan menyebarluaskan produk yang telah teruji untuk dimanfaatkan orang lain (Sugiyono, 2019, p. 765).

Menurut Maydiantoro (2021), kelebihan model 4D yaitu tidak membutuhkan waktu yang relatif lama, karena tahapan relatif tidak terlalu kompleks. Menurut Mufida et al. (2022), model ini dipilih karena model 4D memiliki struktur yang sistematis dan sederhana. selain itu, tahapan dalam model ini lebih praktis diterapkan. Sehingga dari beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa model 4D digunakan dalam penelitian ini karena model 4D sangat cocok untuk pengembangan perangkat pembelajaran karena penggunaan model 4D tersebut tidak membutuhkan waktu yang relatif lama karena memiliki struktur yang sistematis dan sederhana serta tahapan dalam model ini lebih praktis.

## **5. Materi Sistem Koordinasi**

Topik sistem koordinasi manusia termasuk materi yang kompleks karena banyak membahas beberapa proses fisiologi tubuh manusia yang sangat detail (Aminy et al., 2017).

Menurut Irnaningtyas (2013, p. 351), sistem koordinasi merupakan suatu sistem yang melibatkan kerja sama antara sistem saraf, hormon, maupun indra. Sistem koordinasi itu bekerja untuk menerima rangsangan, mengolahnya dan kemudian meneruskannya untuk menanggapi rangsangan. Setiap rangsangan-

rangsangan yang kita terima melalui indra kita, akan diolah di otak. Kemudian otak akan meneruskan rangsangan tersebut ke organ yang bersangkutan.

Materi sistem koordinasi ini merupakan materi biologi yang diajarkan di kelas XI SMA, semester genap. Pembahasan materi sistem koordinasi meliputi: sistem saraf, sistem hormon, sistem indra, dan gangguan pada sistem koordinasi.

#### **a. Sistem saraf**

Sistem saraf merupakan pusat yang mengendalikan dan mengkomunikasikan sistem tubuh, serta yang mendeteksi dan memberikan respon terhadap perubahan di dalam dan di luar tubuh. Sistem saraf terdiri dari jutaan sel saraf yang sering disebut dengan neuron yang berfungsi dalam mengirimkan pesan (impuls) yang berupa rangsangan ataupun tanggapan.

##### **1. Sel saraf (Neuron)**

Sel saraf adalah unit fungsional sistem saraf yang dikhususkan untuk menghantarkan dan mengirimkan sinyal dalam tubuh dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Sel saraf menerima informasi pada ujung dan menghantarkan informasi ke sel saraf berikutnya pada ujung sisi yang lain. Sel saraf terdiri dari:

- a. Badan sel, merupakan bagian terbesar dari sel saraf yang mengandung banyak komponen penting. Di dalam badan sel terdapat nukleus (inti sel) yang berfungsi untuk mengontrol aktivitas sel. Badan sel bertugas untuk menerima rangsangan dari dendrit dan meneruskan rangsangan tersebut ke akson (neurit). Sitoplasma pada badan sel mengandung butir Nissl yang berfungsi untuk sintesis protein karena mengandung RNA di dalamnya.
- b. Dendrit, merupakan percabangan dari badan sel yang terlihat seperti tonjolan bercabang. Dendrit berfungsi untuk menerima dan menghantarkan rangsangan dari badan sel.
- c. Akson (Neurit), adalah serabut sel saraf panjang yang terlihat seperti penjuruan dari badan sel. Akson berperan dalam menghantarkan impuls dari badan sel menuju efektor seperti sel otot atau sel kelenjar. Untuk menjalankan fungsinya, di dalam akson terdapat struktur yang disebut neurofibril.
- d. Selubung mielin, adalah selaput pembungkus akson. Selubung mielin mempunyai segmen-segmen dan lekukan di antara ke dua segmen disebut nodus ranvier. Selubung mielin dikelilingi oleh sel schwann yang berfungsi

untuk melindungi sel saraf dari kerusakan dan mencegah bocornya impuls serta mempercepat hantaran impuls yang masuk. Selubung mielin berfungsi untuk melindungi akson dan memberi nutrisi pada akson.

- e. Sel schwann, adalah sel yang mengelilingi selubung mielin. Sel schwann akan menghasilkan lemak yang membungkus neurit berkali-kali lipat sampai terbentuknya selubung mielin. Sel Schwann berfungsi untuk mempercepat jalannya impuls, menyediakan nutrisi bagi akson dan membantu regenerasi dari akson.
- f. Nodus ranvier, adalah bagian antar dua segmen selubung mielin. Nodus ranvier berfungsi sebagai loncatan impuls saraf agar sampai lebih cepat ke tempat tujuan.
- g. Sinapsis, adalah celah yang terdapat pada pertemuan satu neuron dengan neuron lainnya. Setiap sinapsis menyediakan koneksi antar neuron sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran informasi antar neuron. Informasi ditukarkan dalam bentuk zat kimia yang disebut Neurotransmitter. Ujung akson setiap sel saraf terdapat sebuah kantong yang disebut bulbus akson yang akan menghasilkan neurotransmitter (Aulia, 2021, pp. 30-33).

Menurut Rochmah et al. (2009, p. 254), berdasarkan fungsinya, neuron dapat dibagi menjadi 3 bagian:

- a. Neuron sensorik, yang berfungsi meneruskan impuls (rangsangan) dari reseptor menuju sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang). Oleh karena itu, neuron sensorik disebut pula neuron indra.
- b. Neuron motorik, merupakan neuron yang berperan meneruskan impuls dari sistem saraf pusat ke otot dan kelenjar yang akan melakukan respon tubuh. Karena perannya ini, neuron motorik disebut pula neuron penggerak.
- c. Neuron interneuron. Antara neuron sensorik dan neuron motorik dihubungkan oleh interneuron atau neuron ajutor dengan letak yang berada pada otak dan sumsum tulang belakang. Interneuron merupakan neuron yang membawa impuls dari sensorik atau interneuron lain. Karena itu, interneuron disebut pula neuron konektor.

Menurut Irnaningtyas (2013, p. 353), berdasarkan strukturnya, sel saraf (neuron) terbagi menjadi 3 bagian:

- a. Saraf multipolar, memiliki satu akson dan dua dendrit atau lebih. Contohnya, neuron motor yang terdapat di otak dan medula spinalis (sumsum tulang belakang).
- b. Saraf bipolar, memiliki dua juluran berupa dendrit dan akson. Contohnya, neuron pada organ indra seperti mata, hidung, dan telinga.
- c. Saraf unipolar, merupakan neuron bipolar yang tampak hanya memiliki satu juluran dari badan sel karena akson dan dendritnya berfusi. Contohnya, neuron pada embrio dan fotoreseptor mata.

## 2. Macam-macam sistem saraf

Sistem saraf dibagi menjadi dua bagian, yaitu sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi.

### a. Sistem saraf pusat

Sistem saraf pusat terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang. Sistem saraf pusat baik otak maupun sumsum tulang belakang dilindungi oleh selaput yang terdiri dari jaringan pengikat yang disebut selaput meninges. Sistem saraf pusat berfungsi mengatur dan mengendalikan sistem koordinasi.

#### 1) Otak

Otak terdiri dari dua belahan yaitu belahan kiri yang mengendalikan tubuh bagian kanan dan belahan kanan yang mengendalikan tubuh bagian kiri, sehingga otak berfungsi sebagai pusat kendali tubuh. Permukaan otak berlipat-lipat untuk memperluas permukaan sehingga ditempati banyak saraf. Bagian dalam otak berwarna putih yang berisi serabut saraf dan bagian luar berwarna kelabu yang berisi badan sel saraf. Otak terdiri dari 3 bagian, yaitu:

##### a) Otak depan (*prosencephalon*)

Otak depan berkembang menjadi *telenchepalon* dan *dienchepalon*. *Telenchepalon* berkembang menjadi otak besar (*cerebrum*) dan *dienchepalon* berkembang menjadi thalamus dan hipotalamus.

1. Otak besar (*cerebrum*), merupakan sumber dari semua kegiatan sadar. Otak besar berfungsi mengatur aktivitas mental yaitu kepandaian (intelejensi), ingatan (memori), kesadaran, dan pertimbangan. Otak besar terdiri dari dua

belahan dan setiap belahan terdiri atas empat lobus yaitu *lobus frontalis* (pengendali gerakan otot rangka dan tempat terjadinya proses intelektual), *lobus oksipitalis* (pusat penglihatan), *lobus temporalis* (pusat pendengaran, penciuman, dan pengecap), serta *lobus parietalis* (pengatur perubahan pada kulit dan otot).

2. Thalamus, berfungsi menerima rangsang serta melakukan persepsi rasa sakit dan rasa menyenangkan.
3. Hipotalamus, berfungsi mengatur suhu tubuh, rasa lapar, emosi, kadar air, kegiatan produksi, tekanan darah, dan kadar gula dalam darah.

b) Otak tengah (*mesencephalon*)

Otak tengah terletak di depan otak kecil dan jembatan varol. Di depan otak tengah terdapat thalamus dan kelenjar hipofisis yang mengatur kerja kelenjar-kelenjar endokrin. Otak tengah berfungsi untuk mengatur refleks mata seperti penyempitan pupil mata dan juga merupakan pusat pendengaran. Selain itu, otak tengah juga berfungsi menyampaikan impuls antara otak depan dan otak belakang. Otak tengah tidak berkembang dan tetap menjadi otak tengah.

c) Otak belakang (*rhombencephalon*)

Otak belakang berkembang menjadi *metencephalon* dan *mielencephalon*. *Metencephalon* berkembang menjadi otak kecil (*cerebellum*) dan jembatan varol (*pons varolii*) sedangkan *mielencephalon* berkembang menjadi *medulla oblongata*.

1. Otak kecil (*cerebellum*), berfungsi mengkoordinasi gerakan otot yang terjadi secara sadar, keseimbangan gerak, dan posisi tubuh. Jika terjadi rangsangan yang merugikan atau berbahaya maka gerakan sadar yang normal tidak dilaksanakan.
2. Jembatan varol (*pons varolii*), berfungsi menghantarkan impuls otot-otot bagian kiri kanan tubuh dan juga menghubungkan otak besar dengan otak kecil.
3. Sumsum lanjutan (*medulla oblongata*), merupakan lanjutan otak yang menghubungkan otak dengan sumsum tulang belakang. Sumsum lanjutan berfungsi mengatur denyut jantung, tekanan darah, pelebaran dan penyempitan pembuluh darah, gerak alat pencernaan, sekresi kelenjar

pencernaan, dan mengatur gerak alat pernapasan. Selain itu, sumsum lanjutan juga mengatur gerak refleks yang lain seperti bersin, batuk, berkedip, sendawa, dan muntah.

## 2) Sumsum tulang belakang (*medulla spinalis*)

Sumsum tulang belakang merupakan lanjutan medula oblongata yang terdapat dalam tulang belakang. Pada penampang melintang sumsum tulang belakang bagian luar berwarna putih yang disebut substansi alba dan bagian dalam berwarna kelabu yang disebut substansi grisea berbentuk seperti kupu-kupu. Sumsum tulang belakang berfungsi untuk menghantarkan impuls dari dan ke otak serta sebagai pengatur gerak refleks.

### b. Sistem saraf tepi

Sistem saraf tepi menghubungkan semua bagian tubuh dengan pusat saraf. Sistem saraf tepi dibedakan berdasarkan tempat yang terdiri dari saraf kranial dan saraf spinal dan berdasarkan fungsi terdiri dari saraf somatik dan saraf otonom (Aulia, 2021, pp. 33-37).

Berdasarkan asalnya, sistem saraf tepi terbagi atas saraf kranial dan saraf spinal.

#### 1) Saraf kranial

Saraf kranial merupakan semua saraf yang keluar dari permukaan dorsal otak. Saraf kranial berjumlah 12 pasang saraf. Saraf kranial berasal dari otak. Pasangan saraf kranial terdiri atas tiga karakteristik fungsi, meliputi tiga pasang bersifat sensorik yakni olfaktori, optik, dan vestibulo koklear; lima pasang bersifat motorik yakni saraf okulomotor, troklear, abduksen, asesori, dan hipoglosal; dan empat pasang bersifat sensorik dan motorik yakni saraf trigeminal, fasial, glosofaringeal, dan vagus (Rochmah et al., 2009, pp. 263, 264).

#### 2) Saraf spinal

Saraf spinal ialah semua saraf yang keluar dari kedua sisi tulang belakang (Rochmah et al., 2009, p. 263). Saraf spinal memiliki jumlah 31 pasang yang terdiri dari 8 pasang saraf leher, 12 pasang saraf punggung, 5 pasang saraf pinggang, 5 pasang saraf pinggul, dan 1 pasang saraf ekor. Saraf spinal berasal dari sumsum tulang belakang. Cabang-cabang saraf spinal menyatukan seluruh otot rangka dan kulit (Aulia, 2021, p. 38). Setiap pasang saraf spinal yang keluar

dari tulang belakang merupakan gabungan dari neuron sensorik dan neuron motorik. Kedua neuron ini keluar dari sisi tulang belakang melalui dua akar, yakni akar dorsal dan akar ventral (Rochmah et al., 2009, p. 264).

Berdasarkan fungsinya, sistem saraf tepi terbagi atas saraf somatik dan saraf otonom.

#### 1) Saraf somatik

Saraf somatik berfungsi mengatur gerakan yang disadari. Saraf somatik terdiri dari saraf aferen yang menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat dan saraf eferen yang menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor (Aulia, 2021, p. 38).

#### 2) Saraf otonom

Sistem saraf tak sadar atau disebut juga saraf otonom merupakan sekumpulan saraf yang mengatur aktivitas yang tidak kita pikirkan terlebih dahulu. Misalnya saja, pergerakan paru-paru dan jantung. Organ yang beraktivitas dan dikontrol oleh sistem saraf tak sadar, meliputi kelenjar keringat, otot perut, pembuluh darah, dan alat-alat reproduksi (Rochmah et al., 2009, p. 265). Saraf otonom berfungsi mengendalikan gerak organ yang bekerja secara otomatis, contohnya gerak otot polos, otot jantung, pembuluh darah, usus, lambung, dan kelenjar (Aulia, 2021, p. 39).

Menurut karakteristik kerjanya, sistem saraf tak sadar terbagi atas dua saraf, meliputi saraf simpatik dan saraf parasimpatik. Masing-masing saraf ini dapat bekerja pada organ yang sama, namun kerja yang dilakukan saling berlawanan (antagonis). Sebagai contoh, saat saraf simpatik memengaruhi sebuah organ untuk meningkatkan aktivitas organ tertentu, justru saraf parasimpatik malah menurunkannya (Rochmah et al., 2009, p. 265).

### 3. Mekanisme penghantaran impuls saraf

#### a. Penghantaran impuls saraf melalui membran plasma

Di dalam neuron, sebenarnya terdapat membran plasma yang sifatnya semipermeabel. Membran plasma neuron tersebut berfungsi melindungi cairan sitoplasma yang berada di dalamnya. Hanya ion-ion tertentu akan dapat bertransport aktif melewati membran plasma menuju membran plasma neuron lain.

Apabila tidak terdapat rangsangan atau neuron dalam keadaan istirahat, sitoplasma di dalam membran plasma bermuatan listrik negatif, sedangkan cairan di luar membran bermuatan positif. Keadaan yang demikian dinamakan polarisasi atau potensial istirahat. Perbedaan muatan ini terjadi karena adanya mekanisme transpor aktif yakni pompa natrium-kalium. Konsentrasi ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) di luar membran plasma dari suatu akson neuron lebih tinggi dibandingkan konsentrasi di dalamnya. Sebaliknya, konsentrasi ion kalium ( $\text{K}^+$ ) di dalamnya lebih besar dari pada di luar. Akibatnya, mekanisme transpor aktif terjadi pada membran plasma.

Kemudian, apabila neuron dirangsang dengan kuat, permeabilitas membran plasma terhadap ion  $\text{Na}^+$  berubah meningkat. Peningkatan permeabilitas membran ini menjadikan ion  $\text{Na}^+$  berdifusi ke dalam membran, sehingga muatan sitoplasma berubah menjadi positif. Fase seperti ini dinamakan depolarisasi atau potensial aksi.

Sementara itu, ion  $\text{K}^+$  akan segera berdifusi keluar melewati membran plasma. Fase ini dinamakan repolarisasi. Perbedaan muatan pada bagian yang mengalami polarisasi dan depolarisasi akan menimbulkan arus listrik.

Kondisi depolarisasi ini akan berlangsung secara terus-menerus, sehingga menyebabkan arus listrik. Dengan demikian, impuls saraf akan terhantar sepanjang akson. Setelah impuls terhantar, bagian yang mengalami depolarisasi akan mengalami fase istirahat kembali dan tidak ada impuls yang lewat. Waktu pemulihan ini dinamakan fase refraktori atau *undershoot*.

#### b. Penghantaran impuls saraf melalui sinapsis

Sinapsis merupakan persambungan unik yang mengendalikan komunikasi antar satu neuron dengan sel-sel lain. Sinapsis dapat ditemukan antara dua neuron, antara reseptor sensorik dan neuron sensorik, antara neuron motorik dan sel otot yang dikontrolnya. Selain itu, sinapsis dapat ditemukan antara neuron dengan sel kelenjar.

##### 1) Struktur sinapsis

Pada setiap neuron, terminal aksonnya membengkak membentuk suatu tonjolan kecil yang disebut tombol sinapsis. Permukaan membran tombol sinapsis ini dinamakan membran prasinapsis yang menghantarkan impuls dari terminal sinapsis menuju dendrit atau badan sel berikutnya. Impuls tersebut akan diterima

oleh permukaan membran dendrit atau badan sel yang dituju. Membran yang demikian dinamakan membran pascasinapsis. Di antara kedua membran ini dipisahkan oleh suatu celah yang disebut celah sinapsis.

Di dalam tombol sinapsis terdapat suatu zat kimia yang dapat menghantarkan impuls ke neuron berikutnya. Zat yang demikian dinamakan neurotransmitter. Saat menghantarkan impuls, dalam sitoplasma neurotransmitter dibawa oleh banyak kantung dalam sitoplasma, yang disebut vesikula sinapsis. Ada berbagai macam jenis neurotransmitter, contohnya asetilkolin, dopamine, noradrenalin, dan serotonin. Asetilkolin berada pada seluruh sistem saraf, noradrenalin berada pada sistem saraf simpatik, sementara dopamine dan serotonin terdapat pada otak. Asetilkolin dan noradrenalin merupakan salah satu neurotransmitter utama yang terdapat pada mamalia.

## 2) Mekanisme kerja sinapsis

Apabila impuls sampai pada tombol sinapsis, segera neuron mengirimkan neurotransmitter. Selanjutnya, neurotransmitter dibawa oleh vesikula sinapsis menuju membran prasinapsis. Kedatangan impuls tersebut membuat permeabilitas membran prasinapsis terhadap ion  $Ca^{2+}$  meningkat (terjadi depolarisasi). Sehingga, ion  $Ca^{2+}$  masuk dan merangsang vesikula sinapsis untuk menyatu dengan membran prasinapsis. Bersama kejadian tersebut, neurotransmitter dilepaskan ke dalam celah sinapsis melalui eksositosis. Dari celah sinapsis, neurotransmitter ini berdifusi menuju membran pascasinapsis.

Setelah impuls dikirim, membran pascasinapsis akan mengeluarkan enzim untuk menghidrolisis neurotransmitter. Enzim tersebut misalnya enzim asetilkolinesterase yang menghidrolisis asetilkolin menjadi kolin dan asam etanoat. Oleh vesikula sinapsis, hasil hidrolisis (kolin dan asam etanoat) akan disimpan sehingga sewaktu-waktu bisa digunakan kembali (Rochmah et al., 2009, pp. 254-257).

## 4. Mekanisme gerak sadar dan gerak refleks

### a. Gerak sadar

Gerak sadar adalah gerak yang terjadi karena disengaja atau disadari. Contohnya gerakan memegang buku saat ingin belajar, atau mengambil pensil

saat ingin menulis. Penjalaran impuls pada gerak sadar relatif lama, melewati jalur panjang melalui otak.

Mekanisme penghantaran sinyal/impuls pada gerak sadar dapat dilihat pada skema berikut.

impuls → reseptor → neuron sensorik → otak → neuron motorik → efektor

#### b. Gerak refleks

Suatu waktu tanpa disengaja kita dapat melakukan gerak yang tidak disadari. Gerak yang demikian dinamakan gerak refleks. Bersin, batuk, menguap, menggaruk bila gatal, kaget merupakan suatu aksi yang disebut refleks. Kita melakukan kegiatan tersebut tanpa melalui proses pada otak terlebih dahulu (Rochmah et al., 2009, pp. 257, 258).

Secara sederhana, mekanisme penghantaran sinyal/impuls pada gerak refleks dapat dilihat pada skema berikut.

impuls → reseptor → neuron sensorik → sumsum tulang belakang → neuron motorik → efektor

#### 5. Gangguan atau kelainan yang terjadi pada sistem saraf

Menurut Rochmah et al. (2009, p. 266), ada beberapa gangguan atau kelainan sistem saraf yang dapat dialami oleh manusia, antara lain:

- a. Stroke, merupakan penyakit yang timbul karena pembuluh darah di otak tersumbat atau pecah sehingga otak menjadi rusak. Penyebab penyumbatan ini ialah adanya penyempitan pembuluh darah (arteriosklerosis). Ciri yang tampak dari penderita stroke misalnya wajah yang tak simetris.
- b. Neuritis, merupakan gangguan sistem saraf yang disebabkan tekanan, pukulan, patah tulang, dan keracunan/kekurangan vitamin B. Adanya penyakit ini menjadikan penderita sering kesemutan.
- c. Amnesia, merupakan gangguan yang terjadi pada otak karena disebabkan guncangan batin atau cedera. Ciri gangguan ini yakni hilangnya kemampuan

seseorang mengenali dan mengingat kejadian masa lampau dalam kurun waktu tertentu.

- d. Transeksi, merupakan gangguan pada sistem saraf terutama medula spinalis karena jatuh atau tertembak. Akibat yang timbul yakni penderita akan kehilangan segala rasa (mati rasa).
- e. Parkinson, merupakan penyakit yang terjadi karena kekurangan neurotransmitter dopamine pada dasar ganglion. Secara fisik, penderita ini memiliki ciri tangan gemeteran saat istirahat, gerak susah, mata sulit berkedip, dan otot kaku sehingga salah satu cirinya adalah langkah kaki menjadi kaku.
- f. Epilepsi, merupakan penyakit yang disebabkan oleh adanya luka, infeksi, tumor, atau lainnya terutama pada jaringan-jaringan otak, sehingga terjadi letusan-letusan listrik (impuls) pada neuron-neuron di otak.
- g. Poliomyelitis, ialah penyakit yang menyerang neuron-neuron motorik sistem saraf pusat terutama otak dan medula spinalis oleh infeksi virus. Penderitanya mengalami berbagai gejala seperti panas, sakit kepala, kaki dan lengan terasa lemah, sakit otot, dan kelumpuhan.

#### **b. Sistem Hormon**

Sehabis berolahraga, tenggorokan kita akan terasa kering dan kehausan. Ini terjadi karena tubuh banyak mengeluarkan keringat, sehingga air dalam tubuh juga banyak yang keluar. Keadaan demikian membuat tubuh segera mengeluarkan zat yang menghentikan pengeluaran cairan tersebut. Zat yang dimaksud dinamakan hormon. Apabila kita minum air, segera hormon yang dikeluarkan tubuh tersebut akan berhenti.

Hormon merupakan suatu zat yang dihasilkan oleh suatu bagian dalam tubuh. Organ yang berperan dalam sekresi hormon dinamakan kelenjar endokrin. Disebut demikian karena hormon yang disekresikan diedarkan ke seluruh tubuh oleh darah dan tanpa melewati saluran khusus. Di pihak lain, terdapat pula kelenjar eksokrin yang mengedarkan hasil sekresinya melalui saluran khusus.

Walaupun jumlah yang diperlukan sedikit, namun keberadaan hormon dalam tubuh sangatlah penting. Ini dapat diketahui dari fungsinya yang berperan antara lain, dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tubuh, proses reproduksi, metabolisme zat, dan lain sebagainya.

Hormon akan dikeluarkan oleh kelenjar endokrin bila ada rangsangan (stimulus). Hormon tersebut akan diangkut oleh darah menuju kelenjar yang sesuai. Akibatnya, bagian tubuh tertentu yang sesuai akan meresponnya. Sebagai contoh, hormon insulin disekresikan pankreas saat ada rangsangan gula darah yang tinggi, hormon adrenalin disekresikan medula adrenal oleh stimulasi saraf simpatik, dan lain-lain.

Di dalam tubuh manusia ada beberapa jenis kelenjar endokrin, yakni:

1. Kelenjar hipofisis (pituitari)

Kelenjar hipofisis terletak pada dasar otak dan di bawah kendali hipotalamus. Di dalam tubuh, ukurannya kurang lebih sebesar kacang ercis. Kelenjar ini seringkali disebut pula sebagai *master of gland*, sebab hormon yang dihasilkan dapat memengaruhi fungsi endokrin yang lain.

Berdasarkan strukturnya, kelenjar hipofisis terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian depan (*lobus anterior*), bagian tengah (*lobus intermediet*), dan bagian belakang (*lobus posterior*). Bagian tengahnya hanya dimiliki oleh bayi, sementara pada orang dewasa telah hilang atau tinggal sisanya saja. Oleh karena itu, pada orang dewasa, kelenjar hipofisis hanya tersusun dua bagian saja yakni bagian depan dan bagian belakang. Berikut dibahas dua bagian kelenjar hipofisis tersebut.

- a. Kelenjar hipofisis anterior

Kelenjar hipofisis anterior berkembang dari lipatan langit-langit mulut yang tumbuh ke arah otak. Lipatan tersebut akhirnya kehilangan persambungan dengan saluran pencernaan. Bagian depan kelenjar hipofisis ini menghasilkan banyak hormon. Selain itu, berpengaruh juga terhadap berbagai macam organ. Hormon yang disekresikan kelenjar hipofisis anterior dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Hormon yang Disekresikan Kelenjar Hipofisis Anterior dan Fungsinya

Hormon Yang Disekresikan	Bentuk Senyawa Organik	Fungsi	Diatur Oleh
Hormon pertumbuhan ( <i>somatotrop hormone</i> = STH)	Protein	Merangsang pertumbuhan tulang dan fungsi metabolisme	Hormon hipotalamus
Prolaktin ( <i>luteotrophic hormone</i> = LTH)	Protein	Merangsang kelenjar susu Mengekskresikan susu	Hormon hipotalamus
Hormon perangsang folikel ( <i>follicle stimulating hormone</i> = FSH)	Glikoprotein	Merangsang pertumbuhan dan pematangan folikel pada ovarium Memulai pembentukan sperma pada testis	Hormon hipotalamus
<i>Luteinizing hormone</i> (LH)	Glikoprotein	Menyebabkan folikel yang sudah matang pecah, sehingga ovum keluar (ovulasi) Merangsang sekresi testosteron dari testis	Hormon hipotalamus
Hormon perangsang tiroid = hormon theotrop ( <i>Thyroid stimulating hormone</i> = TSH)	Glikoprotein	Merangsang sekresi kelenjar tiroid	Tiroksin dalam darah, hormon hipotalamus
Hormon adrenokortikotropik ( <i>adrenocorticotrophic hormone</i> )	Peptida	Merangsang dan mengendalikan sekresi kelenjar korteks adrenal	Glukokortikoid, hormon hipotalamus

(Rochmah et al., 2009, pp. 268, 269)

Di dalam tubuh, berbagai hormon yang disekresikan kelenjar hipofisis anterior ini hanya digunakan dengan jumlah tertentu saja. Apabila terlalu berlebihan atau justru kekurangan dapat memberikan dampak yang tidak baik bagi tubuh. Misalnya saja, kelebihan hormon somatotropin (hormon pertumbuhan) dapat menyebabkan pertumbuhan raksasa (*gigantisme*). Selanjutnya, bila kelebihan tersebut terjadi pada waktu dewasa dapat menyebabkan pertumbuhan yang tidak seimbang (*akromegali*), seperti tulang muka, jari-jari tangan, dan kaki yang membesar. Sebaliknya, bila sekresi hormon pertumbuhan kurang, akibatnya adalah pertumbuhan terhambat atau kekerdilan (*kretinisme*).

#### b. Kelenjar hipofisis posterior

Kelenjar hipofisis posterior merupakan hasil dari perluasan otak. Tepatnya berasal dari perkembangan tonjolan hipotalamus ke arah bawah, ke arah lipatan mulut yang membentuk bagian anterior hipofisis. Hormon yang dihasilkan kelenjar ini, yakni vasopresin (*antidiuretic hormone* = ADH), dan oksitosin. Vasopresin berfungsi mengurangi jumlah air yang hilang dari ginjal saat keluar sebagai urine. Selain itu, hormon tersebut berfungsi menaikkan tekanan darah dengan mengecilkan arteriol. Sementara, oksitosin berperan dalam membantu proses kelahiran dengan kontraksi uterus. Oksitosin juga membantu sekresi susu dari payudara ibu.

#### 2. Kelenjar tiroid (kelenjar gondok)

Kelenjar tiroid merupakan kelenjar yang terletak pada leher, tepatnya pada laring. Kelenjar ini terdiri atas dua lobus yakni sebelah kanan dan kiri laring. Beratnya sekitar 25 g dan kaya akan darah. Hormon terpenting yang disekresikan kelenjar tiroid adalah tiroksin. Hormon tiroksin terbentuk dari asam amino yang mengandung yodium. Bagi tubuh, hormon ini berpengaruh dalam proses metabolisme sel. Selain itu, hormon tersebut juga memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan diferensiasi jaringan tubuh.

Kondisi kelebihan hormon tiroid (hipertiroid) dapat menimbulkan gejala hipermetabolisme (basedow atau penyakit graves), dengan tanda-tanda meningkatnya detak jantung sehingga muncul gugup, napas cepat dan tidak teratur, mulut menganga, dan mata melebar. Sementara itu, apabila seseorang sebelum dewasa kekurangan hormon tiroid (hipotiroid), tubuhnya dapat mengalami kretinisme (kerdil). Kretinisme ditandai dengan fisik dan mental penderita yang tumbuh tidak normal.

Pada orang dewasa, kondisi hipotiroid dapat menyebabkan miksedema. Gejala penyakit ini, adalah laju metabolisme rendah, berat badan bertambah, bentuk badan menjadi besar, kulit kasar, dan rambut mudah rontok. Selain penyakit-penyakit tersebut, seseorang juga dapat mengalami pembengkakan kelenjar tiroid karena kekurangan makanan yang mengandung yodium. Penyakit pembengkakan demikian dinamakan gondok.

### 3. Kelenjar paratiroid (anak gondok)

Kelenjar paratiroid terdiri atas empat struktur kecil yang terdapat pada permukaan kelenjar tiroid. Hormon yang disekresikan kelenjar ini disebut parathormon (PTH). Hormon parathormon berperan dalam pengaturan pemakaian ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) pada jaringan.

Manusia jarang mengalami hipoparathormon (kondisi kekurangan hormon parathormon). Kalaupun mengalaminya, seseorang dapat kejang otot atau tetani. Sedangkan hiperparathormon (kondisi kelebihan hormon parathormon) dapat menimbulkan berbagai gejala seperti tulang menjadi rapuh, lemah, dan berbentuk abnormal. Selain itu, kadar ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang berlebihan dalam darah dapat masuk ke air seni dan mengendap bersama ion fosfat. Endapan ini dapat membentuk batu ginjal sehingga menyumbat saluran air seni.

### 4. Kelenjar timus

Kelenjar timus merupakan kelenjar hasil penimbunan hormon somatotropin atau hormon pertumbuhan. Pada orang dewasa, kelenjar ini tidak digunakan kembali.

### 5. Kelenjar adrenal (anak ginjal)

Kelenjar adrenal (glandula adrenal) pada manusia berbentuk sepasang struktur kecil yang terletak di ujung anterior ginjal dan kaya akan darah. Masing-masing struktur kelenjar ini memiliki dua bagian, yakni bagian luar (korteks adrenal) dan bagian dalam (medula adrenal).

Bagian medula adrenal (bagian dalam) kelenjar adrenal menghasilkan hormon adrenalin (epinefrin) yang berpengaruh dalam penyempitan pembuluh darah sehingga tekanan darah dan denyut jantung meningkat. Hormon ini juga berperan mengubah glikogen (gula otot) menjadi glukosa (gula darah). Selain itu, hormon adrenalin bersama hormon insulin memengaruhi proses pengaturan kadar gula dalam darah.

Sementara itu, bagian korteks adrenal (bagian luar) kelenjar adrenal mengeluarkan hormon kortin yang tersusun atas kortison dan deoksikortison. Hormon kortin dapat memudahkan perubahan protein menjadi karbohidrat, kemudian juga mengatur metabolisme garam dan air. Penyakit manusia yang disebabkan oleh kurangnya sekresi hormon ini adalah penyakit Addison. Gejala

yang timbul pada penderita penyakit ini antara lain tekanan darah rendah, kelemahan otot, gangguan pencernaan, peningkatan retensi kalium dalam cairan tubuh dan sel, kulit kecoklatan, dan nafsu makan hilang.

#### 6. Kelenjar pankreas

Kelenjar pankreas dinamakan juga Langerhans atau pulau Langerhans. Pulau Langerhans merupakan sekelompok kecil sel yang tersebar di seluruh pankreas. Sel-sel pulau Langerhans tak terkait dengan saluran pembawa getah pankreas yang menuju duodenum. Namun, sel-sel kelenjar ini sangat kaya akan pembuluh darah.

Sekresi yang dihasilkan dari kelenjar Langerhans yakni hormon insulin, sebuah hormon berbentuk protein yang ditemukan oleh Dr. Frederick Banting pada tahun 1922. Hormon insulin berperan saat proses perubahan gula darah (glukosa) menjadi gula otot (glikogen) di dalam hati. Sehingga, oleh hormon tersebut, kadar gula darah menjadi turun. Kekurangan hormon insulin pada seseorang dapat menyebabkan penyakit diabetes melitus atau penyakit kencing manis. Gejala penyakit kencing manis ditandai dengan tingginya glukosa dalam darah. Glukosa yang ada dalam tubuh penderita tidak diubah menjadi glikogen dan lemak, justru sebaliknya glikogen dan lemak yang diubah menjadi glukosa.

Selain hormon insulin, kelenjar Langerhans juga memproduksi hormon glukagon. Hormon glukagon adalah hormon yang berperan dalam mengubah glikogen menjadi glukosa.

#### 7. Kelenjar kelamin

Kelenjar kelamin disebut pula dengan gonad. Meskipun fungsi utamanya adalah memproduksi sel-sel kelamin, namun kelenjar kelamin juga memproduksi hormon. Kelenjar kelamin laki-laki terdapat pada testis, sementara kelenjar kelamin perempuan berada pada ovarium.

Di dalam testis terdapat sel leydig yang menghasilkan hormon testosteron atau androgen. Hormon testosteron sangat berpengaruh terhadap proses spermatogenesis (proses pembentukan sperma) dan pertumbuhan sekunder pada laki-laki. Pertumbuhan sekunder pada anak laki-laki ditandai dengan suara menjadi besar, bahu dan dada bertambah bidang, dan tumbuh rambut pada bagian tubuh tertentu misalnya kumis, janggut, cambang, ketiak, dan sekitar kemaluan.

Sementara itu, hormon estrogen dan progesteron disekresikan oleh ovarium. Estrogen dihasilkan oleh folikel de graaf dan dirangsang oleh hormon FSH. Hormon estrogen berfungsi saat pembentukan kelamin sekunder wanita, seperti bahu mulai berisi, tumbuhnya payudara, pinggul menjadi lebar, dan rambut mulai tumbuh di ketiak dan kemaluan. Di samping itu, hormon estrogen juga membantu dalam pembentukan lapisan endometrium.

Bagi wanita, hormon progesteron berfungsi menjaga penebalan endometrium, menghambat produksi hormon FSH, dan memperlancar produksi laktogen (susu). Hormon ini dihasilkan oleh korpus luteum dan dirangsang oleh LH.

#### 8. Kelenjar pencernaan

Kelenjar pencernaan merupakan kelenjar yang terdapat pada saluran pencernaan. Misalnya saja kelenjar pada lambung dan usus. Kelenjar pada lambung mensekresikan hormon gastrin, yaitu hormon yang berperan dalam sekresi getah lambung. Sementara hormon sekretin dan hormon kolesistokinin disekresikan oleh kelenjar pada usus. Masing-masing fungsi hormon ini adalah merangsang sekresi getah pankreas dan getah empedu (Rochmah et al., 2009, pp. 267-273).

#### c. Sistem Indra

Menurut Kusuma (2020, p. 25), sistem indra merupakan salah satu bagian dari sistem koordinasi yang merupakan reseptor atau penerima rangsangan. Alat indra merupakan reseptor yang peka terhadap perubahan lingkungan dan rangsangan. Setiap reseptor hanya menerima jenis perubahan lingkungan dalam bentuk rangsangan tertentu. Oleh karena itu, reseptor diberi nama menurut jenis rangsangan yang diterimanya, yaitu sebagai berikut:

1. Fotoreseptor, penerima rangsang cahaya.
2. Kemoreseptor, penerima rangsang zat kimia.
3. Mekanoreseptor, penerima rangsang fisik, misalnya sentuhan.
4. Audioreseptor, penerima rangsang suara.
5. Termoreseptor, penerima rangsang panas/temperatur.

Sistem indra manusia terdiri dari lima macam sistem indra yaitu:

1. Indra penglihatan (mata)

Mata adalah sistem optik yang memfokuskan berkas cahaya pada fotoreseptor dan mengubah energi cahaya menjadi impuls saraf. Bagian-bagian mata sebagai berikut.

a. Aksesori mata, meliputi:

- 1) Alis, untuk melindungi mata dari keringat.
- 2) Orbita, lekukan tulang berisi bola mata.
- 3) Kelopak mata, melindungi mata dari kekeringan dan debu.
- 4) Otot mata (2 pasang otot rektus dan 1 pasang otot sadak), untuk menggerakkan mata ke arah vertikal, horizontal, dan menyilang.
- 5) Air mata, mengandung garam, mukosa, dan lisozim untuk membasahi permukaan mata dan mempertahankan kelembapannya.

b. Struktur indra penglihatan (mata)

1) Lapisan luar bola mata, terdiri atas:

- a) Tunika fibrosa, lapisan terluar yang keras.
- b) Sklera, bagian dinding mata yang tersusun dari jaringan ikat fibrosa berwarna putih, memberikan bentuk pada bola mata, dan sebagai tempat perlekatan otot ekstrinsik.
- c) Kornea, untuk mentransmisi dan memfokuskan cahaya.

2) Lapisan tengah bola mata, terdiri atas:

- a) Koroid, bagian yang terpigmentasi, untuk mencegah refleksi internal berkas cahaya, dan mengandung banyak pembuluh darah untuk memberikan nutrisi.
  - b) Badan siliaris, mengandung pembuluh darah dan otot bersilia yang berfungsi dalam akomodasi penglihatan (mengubah fokus objek).
  - c) Iris, bagian yang berwarna pada mata, terdiri atas jaringan ikat dan otot untuk mengendalikan diameter pupil.
  - d) Pupil, ruang terbuka yang bulat pada iris untuk dilalui cahaya.
- 3) Lensa, struktur bikonveks yang bening di belakang pupil dan bersifat elastis.
  - 4) Rongga mata, ruang anterior berisi aqueous humor (cairan bening yang mengandung nutrisi untuk lensa dan kornea), sedangkan ruang posterior berisi

vitreous humor (gel transparan untuk mempertahankan bentuk bola mata dan posisi retina terhadap kornea).

- 5) Retina (selaput jala), lapisan terdalam mata, tipis dan transparan. Retina tersusun dari:
  - a) Bagian luar, terpigmentasi dan menyimpan vitamin A.
  - b) Bagian dalam, merupakan lapisan jaringan saraf dari sel-sel batang dan sel-sel kerucut. Sel batang mengandung pigmen rodopsin, tidak sensitif terhadap warna, dan bekerja pada intensitas cahaya rendah (malam hari). Sementara itu, sel kerucut mengandung iodopsin, sensitif terhadap warna, dan bekerja saat intensitas cahaya tinggi (siang hari).
  - c) Makula lutea, area berkas berwarna kekuningan terletak agak lateral dari pusat.
  - d) Fovea sentralis (bintik kuning), peleukan sentral makula lutea, mengandung sel kerucut dan tidak memiliki sel batang, merupakan pusat visual mata (bayangan objek yang terfokus di bagian ini akan diinterpretasikan oleh otak). Jika bayangan benda jatuh tepat di bintik kuning, bayangan akan terlihat dengan jelas.
  - e) Saraf mata, terbentuk dari akson sel-sel ganglion yang keluar dari mata dan bergabung di sisi superior kelenjar hipofisis membentuk kiasma optik.
  - f) Bintik buta (diskus optik), bagian yang tidak mengandung fotoreseptor.
- c. Mekanisme indra penglihatan (mata)
  - 1) Cahaya yang dipantulkan oleh benda ditangkap oleh mata, kemudian menembus kornea dan diteruskan melalui pupil.
  - 2) Intensitas cahaya yang telah diatur oleh pupil diteruskan menembus lensa mata ke retina.
  - 3) Daya akomodasi lensa mata mengatur cahaya, agar jatuh tepat di bintik kuning retina.
  - 4) Pada bintik kuning, impuls cahaya disampaikan oleh saraf optik ke otak.
  - 5) Cahaya yang disampaikan ke otak akan diinterpretasikan, sehingga kita bisa mengetahui apa yang kita lihat (Irnaningtyas, 2013, pp. 378-380).

## 2. Indra pendengaran (telinga)

Telinga berfungsi sebagai indra pendengar yang mampu mendeteksi gelombang bunyi/suara, serta berperan penting dalam keseimbangan dan menentukan posisi tubuh.

### a. Struktur telinga

#### 1) Telinga bagian luar, meliputi:

a) Pinna/aurikula, yaitu daun kartilago yang menangkap gelombang bunyi untuk diteruskan ke kanal auditori eksternal (meatus) yang panjangnya sekitar 2,5 cm hingga membran timpani.

b) Membran timpani (gendang telinga), merupakan perbatasan antara bagian luar dengan bagian tengah telinga yang berbentuk kerucut. Permukaan luar membran timpani dilapisi kulit, sedangkan permukaan sebelah dalam dilapisi oleh membran mukosa. Membran timpani memiliki tegangan dan ketebalan yang sesuai untuk menggetarkan gelombang bunyi secara mekanis.

#### 2) Telinga bagian tengah, rongga berisi udara yang terletak di dalam tulang temporal, meliputi bagian-bagian:

a) Tabung eustachius (auditori), menghubungkan telinga tengah dengan faring, dan berfungsi menyeimbangkan tekanan udara pada kedua sisi membran timpani. Tabung ini biasanya tertutup, tetapi dapat terbuka saat menguap, mengunyah, dan menelan.

b) Osikel auditori, meliputi tiga tulang pendengaran yaitu malleus (martil), inkus (landasan), dan stapes (sanggurdi). Tulang pendengaran berfungsi mengarahkan getaran dari membran timpani ke fenestra vestibuli (tingkap oval) yang membatasi telinga bagian tengah dengan bagian dalam.

#### 3) Telinga bagian dalam, terletak di dalam tulang temporal, terdiri atas dua bagian, yaitu:

##### a) Labirin osea (labirin tulang)

Merupakan ruang berliku berisi cairan perilimfa (seperti cairan serebrospinalis). Labirin tulang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu vestibula (mengandung reseptor keseimbangan tubuh), kanalis semisirkularis (tiga buah saluran setengah lingkaran), dan koklea (berbentuk seperti rumah siput yang mengandung reseptor pendengaran). Koklea terdiri atas tiga bagian, yaitu skala

vestibuli (bagian atas), skala timpani (bagian bawah), dan bagian yang menghubungkan keduanya. Skala vestibuli dan skala timpani berisi cairan perilimfa. Skala vestibuli berhubungan dengan tulang sanggurdi melalui jendela berselaput, yaitu tingkap oval. Skala timpani berhubungan dengan telinga bagian tengah melalui tingkap bulat. Di antara skala vestibuli dengan skala timpani terdapat skala media yang berisi cairan endolimfa. Skala media bagian atas dibatasi oleh membran vestibularis (*reissner*), sedangkan bagian bawah dibatasi oleh membran basilaris. Di atas membran basilaris terdapat organ corti yang terdiri atas reseptor sel-sel rambut dan sel-sel penunjang.

b) Labirin membranosa

Terletak di dalam labirin tulang dan merupakan serangkaian tuba berongga dan berkantong yang berisi cairan endolimfa (seperti cairan interseluler). Labirin membranosa terdiri atas dua kantong, yaitu utrikulus dan sakulus yang dihubungkan oleh duktus endolimfa. Di dalam saluran setengah lingkaran terdapat duktus semisirkular yang berisi cairan endolimfa. Pada duktus semisirkular, utrikulus, dan sakulus mengandung reseptor untuk keseimbangan (ekuilibrium) (Irnaningtyas, 2013, pp. 386-388).

b. Mekanisme indra pendengaran (telinga)

Menurut Irnaningtyas (2013, p. 388), manusia mampu mendengar bunyi yang berada pada frekuensi 20–20.000 gelombang per detik. Mekanisme mendengar dimulai saat gelombang suara masuk ke bagian telinga luar dan berjalan melalui jalan sempit yang disebut lubang telinga yang mengarah ke gendang telinga. Suara yang masuk membuat gendang telinga bergetar, kemudian getaran ini dikirim ke tiga tulang kecil yang berada di telinga tengah, yaitu malleus, inkus dan stapes. Tulang-tulang tersebut memperkuat atau meningkatkan getaran suara dan mengirimkannya ke telinga bagian dalam, disebut dengan koklea, suatu saluran yang berbentuk seperti siput dan berisi cairan. Sel-sel sensoris khusus pada koklea, dikenal dengan sel-sel rambut yang berfungsi untuk mendeteksi getaran atau rangsangan suara dan mengonversikannya atau mengubahnya menjadi sinyal-sinyal listrik. Selanjutnya, sinyal-sinyal listrik ini dikirim melalui syaraf pendengaran menuju ke otak yang kemudian diterjemahkan menjadi suara.

### 3. Indra penciuman (hidung)

#### a. Struktur indra penciuman (hidung)

Hidung (nasal) sebagai indra pembau (penciuman) memiliki kemoreseptor olfaktori yang berfungsi menerima rangsangan berupa bau atau zat kimia yang berbentuk gas. Kemoreseptor olfaktori merupakan neuron khusus yang terletak pada epitelium olfaktori di langit-langit rongga hidung. Epitelium olfaktori mengandung sel penunjang, sel basal, dan sel olfaktori. Sel olfaktori berupa neuron bipolar sensorik yang berakhir pada rambut-rambut halus (silia) yang menonjol ke dalam mukus di dalam rongga hidung (Irnaningtyas, 2013, p. 382).

#### b. Mekanisme indra penciuman (hidung)

Dimulai dengan bagaimana zat kimia dibawa oleh udara ke saluran hidung, dilarutkan dalam selaput lendir, kemudian diterima oleh sel-sel sensorik dan dibawa ke otak. Di mana kita dapat mencium dan mengenali bau yang kita hirup (Desyafitri, 2022, p. 28).

### 4. Indra pengecap (lidah)

#### a. Struktur indra pengecap (lidah)

Lidah adalah sebagai indra pengecap memiliki kemoreseptor berupa kuncup pengecap (*taste bud*). Kuncup pengecap terdapat pada papila lidah, palatum (langit-langit) lunak, epiglottis, dan faring. Papila lidah dapat dibedakan menjadi empat macam berdasarkan bentuknya, yaitu:

- 1) Papila filiformis, berbentuk kerucut, kecil, menutupi bagian dorsum (permukaan atas) lidah, dan tidak mengandung kuncup pengecap.
- 2) Papila fungiformis, berbentuk bulat, banyak terdapat di dekat ujung lidah, mengandung lima kuncup pengecap pada setiap papila.
- 3) Papila sirkumvalata, berbentuk menonjol dan tersusun seperti huruf V, banyak terdapat di bagian belakang lidah, serta mengandung 100 kuncup pengecap.
- 4) Papila foliata, berbentuk seperti daun, terletak di bagian tepi pangkal lidah, dan mengandung sekitar 1.300 kuncup pengecap di setiap lipatannya.

Kuncup pengecap terdiri atas sel-sel penunjang dan sel sensor (sel pengecap) yang berambut. Substansi yang dirasakan harus berbentuk cairan atau larut dalam air ludah. Area kepekaan rasa pada lidah sebagai berikut:

- 1) Pengecap rasa manis, terdapat di bagian ujung lidah.
- 2) Pengecap rasa asin, terdapat pada hampir seluruh area lidah, tetapi reseptor banyak terkumpul di bagian samping.
- 3) Pengecap rasa asam, terdapat di bagian samping lidah agak ke belakang.
- 4) Pengecap rasa pahit, terdapat di bagian belakang pangkal lidah (Irnaningtyas, 2013, pp. 383, 384).

b. Mekanisme indra pengecap (lidah)

Apabila ada suatu makanan atau minuman yang sudah berupa larutan akan menyentuh pada papila lidah, kemudian akan merangsang ujung-ujung indra pengecap atau indra gustatory, sehingga rangsangan tersebut akan diteruskan menuju indra pusat atau otak. Dan otak akan menginterpretasikan rasa makanan atau minuman tersebut (Desyafitri, 2022, p. 30).

5. Indra peraba (kulit)

Kulit merupakan organ tubuh lapisan terluar yang dimiliki oleh manusia. Kulit berfungsi untuk melindungi bagian-bagian kulit agar tidak terkena serangan dari luar berupa luka atau infeksi pada kulit. Selain itu juga kulit berperan sebagai pengatur suhu tubuh serta berfungsi sebagai indra peraba. Di dalam kulit terdapat reseptor sensor, yaitu:

- 1) Korpuskula pacini yang merupakan reseptor dari tekanan yang kuat.
- 2) Korpuskula meissner yang mendeteksi rangsangan berupa sentuhan.
- 3) Korpuskula ruffini yang berfungsi menerima rangsangan panas.
- 4) Korpuskula krause berfungsi untuk menerima rangsangan dingin.
- 5) Cakram merkel atau lempeng merkel yang mendeteksi sentuhan ataupun tekanan yang ringan
- 6) Ujung saraf bebas atau tanpa selaput yang mendeteksi rasa nyeri, sentuhan, suhu panas maupun dingin.

a. Struktur indra peraba (kulit)

Struktur pada sistem indra peraba (kulit) tersusun atas tiga macam lapisan sebagai berikut:

1) Lapisan epidermis

Lapisan epidermis adalah lapisan terluar tanpa pembuluh darah dan sel sensorik. Epidermis terdiri atas kulit ari dan lapisan malpighi. Epidermis juga

terdiri dari lima lapisan sel, yaitu: stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum, dan stratum korneum.

## 2) Lapisan dermis

Lapisan dermis merupakan lapisan tengah yang terletak di antara epidermis dan hipodermis. Lapisan dermis terdiri atas kelenjar keringat (glandula sudorifera), kelenjar minyak (glandula sebacea), pembuluh darah, folikel rambut, dan reseptor sensorik.

## 3) Lapisan hipodermis

Lapisan hipodermis adalah lapisan kulit terdalam. Lapisan ini banyak mengandung lemak dan bertindak sebagai insulator untuk menjaga suhu tubuh.

### b. Mekanisme indra peraba (kulit)

Mekanisme pada kulit yaitu jika semua sentuhan menghasilkan sebuah rangsangan, maka rangsangan tersebut akan diterima oleh reseptor kulit, dan diteruskan ke otak untuk diinterpretasikan, sehingga kita dapat merasakan suatu benda di sekitar. Selain itu, otak juga memberikan informasi cepat ke tubuh kita agar menghindari bahaya eksternal (Desyafitri, 2022, pp. 31, 32).

## 6. Gangguan pada sistem indra manusia

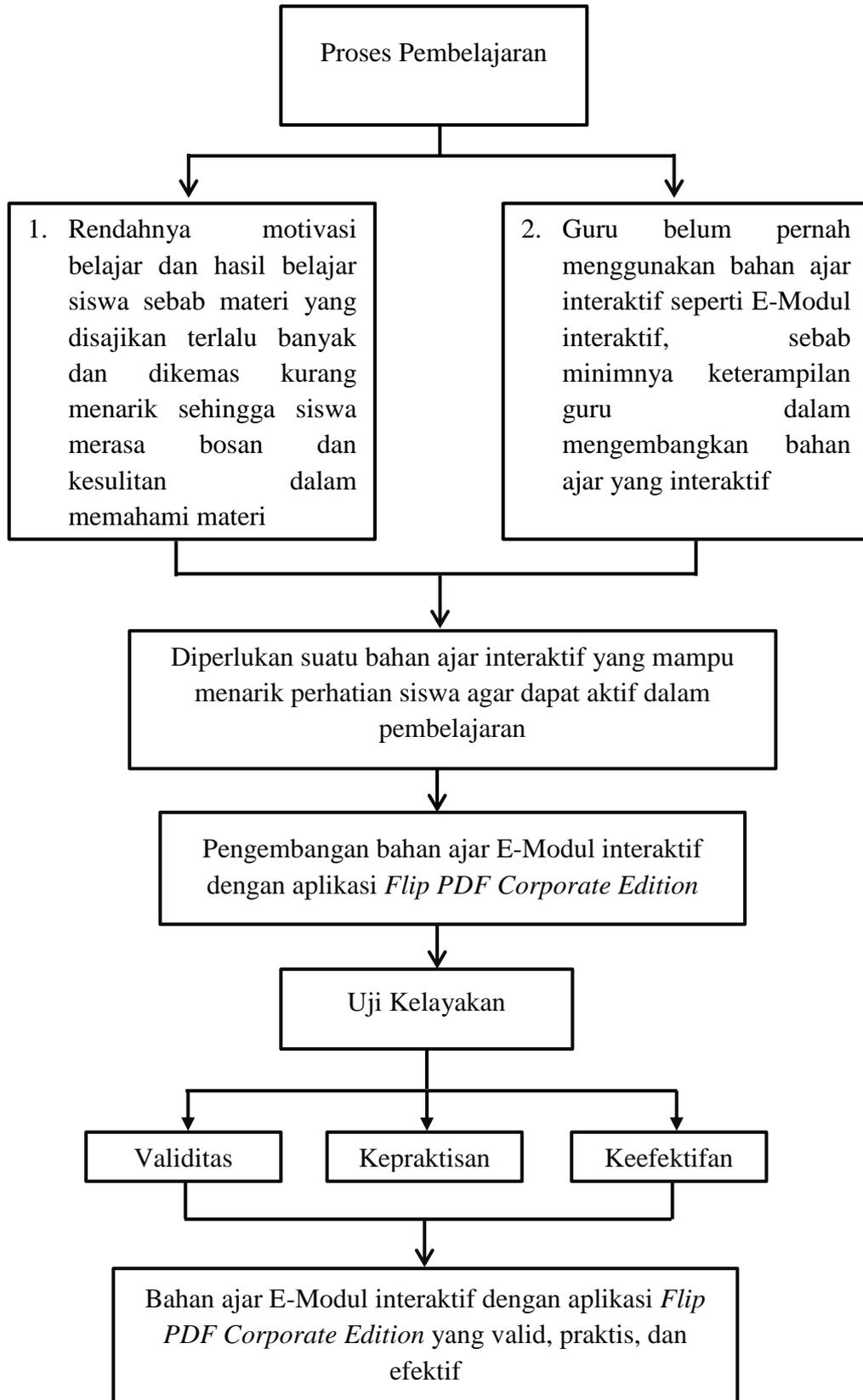
Menurut Desyafitri (2022, p. 33), berikut ini beberapa macam gangguan pada alat indra manusia antara lain:

- a. Miopi (rabun jauh), adalah kondisi mata yang menyebabkan objek yang jauh terlihat kabur. Penyebab kelainan ini ialah ketika cahaya yang masuk ke mata jatuh di depan retina karena bola mata terlalu panjang. Miopi dapat diatasi dengan menggunakan kacamata cekung (negatif).
- b. Hipermetropi (rabun dekat), adalah kondisi mata yang menyebabkan kesulitan melihat objek pada jarak dekat secara jelas. Hipermetropi terjadi ketika bayangan jatuh di belakang retina karena ukuran bola mata terlalu pendek. Hipermetropi dapat ditangani dengan menggunakan kacamata cembung (positif).
- c. Otitis eksterna (radang telinga luar), adalah infeksi saluran telinga. Kondisi ini terjadi karena air yang tertinggal di telinga menciptakan lingkungan lembap yang memudahkan pertumbuhan bakteri dan jamur. Gejala kondisi ini antara lain kemerahan pada telinga bagian luar, atau bisa juga terasa nyeri dan rasa

penyakit ini, dianjurkan untuk menjaga telinga tetap kering.

- d. Sinusitis, merupakan gangguan yang terjadi pada sistem indra pembau yang disebabkan oleh peradangan pada lapisan sinus, yang umumnya ditandai dengan pilek, hidung tersumbat, dan nyeri di area wajah.
- e. Glossoptosis, merupakan kondisi ketika lidah berada di posisi yang salah, yaitu lidah berada di belakang dan mudah jatuh ke belakang. Hal ini pula yang menyebabkan lidah bayi jatuh ke belakang menuju tenggorokan dan menutupi saluran pernapasan.
- f. Panu, penyakit ini disebabkan oleh jamur *malassezia globosa* yang tumbuh di kulit yang berkeringat, kulit berminyak dan sistem kekebalan tubuh yang lemah.

## B. Kerangka Pikir



Gambar 2.2. Kerangka Pikir

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Validasi bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* layak digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata total validasi dari ahli materi dan validasi dari ahli media memperoleh skor sebesar 4,8 dengan memenuhi kriteria valid.
2. Kepraktisan bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* diukur menggunakan angket respon guru dan siswa. Hasil analisis kepraktisan angket respon guru yang dinilai oleh guru 1 dan guru 2 menunjukkan nilai rata-rata total sebesar 85% dengan memenuhi kriteria sangat praktis. Hasil analisis angket respon siswa pada uji coba kelompok kecil mendapatkan persentase sebesar 87% dan uji coba kelompok besar mendapatkan persentase sebesar 88%. Hasil analisis angket respon siswa pada uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar memenuhi kriteria sangat praktis.
3. Keefektifan bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* diukur dengan menggunakan soal tes hasil belajar. Hasil analisis berdasarkan perhitungan tes hasil belajar siswa yang tuntas menunjukkan persentase sebesar 81% dengan memenuhi kategori sangat efektif.

#### **B. Saran**

1. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan dan acuan dalam mengembangkan produk bahan ajar E-Modul interaktif yang relevan.
2. Bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk materi lain dalam mendukung kegiatan pembelajaran di sekolah.

3. Bahan ajar E-Modul interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran biologi di SMA Negeri 1 Malunda kelas XI pada materi sistem koordinasi.
4. Diperlukan keterampilan lebih baik dalam pembuatan bahan ajar E-Modul interaktif, sehingga dapat dihasilkan media yang tepat untuk digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, W. N., & Widodo, W. (2022). Penggunaan e-modul interaktif untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMP pada materi kalor. *Pensa e-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2), 193–202. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/44740>
- Agung, M., & Eliza, F. (2021). Validitas modul elektronik untuk mata kuliah pengukuran dan instrumen. *MSI Transaction on Education*, 2(2), 78–83. <https://msirp.org/journal/index.php/mted/article/download/55/36>
- Aisyah, S., Noviyanti, E., & Triyanto. (2020). Bahan ajar sebagai bagian dalam kajian problematika pembelajaran bahasa indonesia. *Jurnal Salaka*, 2(1), 62–65. <https://journal.unpak.ac.id/index.php/salaka/article/download/1838/1497>
- Alimin, A., & Effendi, H. (2020). Pengembangan modul pembelajaran berbasis daring pada mata pelajaran diklat instalasi penerangan listrik kelas XI di Sekolah Menengah Kejuruan. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(4), 133–138. <https://jurnal.ranahresearch.com/index.php/R2J/article/view/314/282>
- Aminy, R., Huzairah, S., & Santri, D. J. (2017). Pengembangan materi pembelajaran sistem koordinasi manusia memanfaatkan fitur edmodo untuk sekolah menengah atas. *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 4(1), 28–42. <https://core.ac.uk/download/pdf/267822862.pdf>
- Amrullah, M. A. (2022). Pengembangan bahan ajar berbentuk e-book berbantuan aplikasi flip pdf corporate edition pada mata pelajaran IPS untuk meningkatkan motivasi belajar kelas VII SMP Plus Az Zahroh Malang (Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang). <http://etheses.uin-malang.ac.id/35696/>
- Anggraini, R., & Amdani, K. (2025). Pengembangan e-modul fisika berbasis saintifik berbantuan flip pdf corporate edition pada materi gelombang bunyi. *IJPE: Journal of Physics Educations*, 4(1), 9-17. <https://doi.org/10.58917/ijpe.v4i1.131>
- Aulia, M. R. (2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis youtube pada materi sistem saraf kelas XI di SMA negeri 1 Simpang Kiri (Skripsi, Universitas Islam Negeri Ar-raniry). <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/21635/>
- Belanisa, F., Amir, F. R., & Sudjani, D. H. (2022). Pengembangan e-modul interaktif dalam pembelajaran bahasa arab untuk meningkatkan motivasi siswa. *Jurnal Pendidikan Bahasa Arab*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.30997/tjpb.v3i1.4754>

- Cheva, V. K., & Zainul, R. (2019). Pengembangan e-modul berbasis inkuiri terbimbing pada materi sifat keperiodikan unsur untuk SMA/MA kelas X. *Edukimia*, 1(1), 28–36. <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/pendkimia/article/download/104077/pdf>
- Christy, J., & Panjaitan, M. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran matematika pada materi penyajian data untuk siswa kelas VII SMP melalui pendekatan kontekstual dengan aplikasi flip pdf corporate edition. *Nautical: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(8), 796–801. <https://jurnal.arkainstitute.co.id/index.php/nautical/article/view/458/1051>
- Darwis, D., Fitriani, E., & Styariyani, D. (2020). Pengembangan modul elektronik berbasis learning cycle 5E pada pembelajaran kimia materi asam-basa. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 10(1), 9–17. <https://doi.org/10.21009/JRPK.101.02>
- Depdiknas. (2008). Panduan pengembangan bahan ajar. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. <https://id.scribd.com/document/281485348/Panduan-Pengembangan-Bahan-Ajar>
- Desyafitri, A. F. (2022). Fektivitas pembelajaran flipped classroom pada materi sistem indra untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif (Skripsi, Universitas Pasundan Bandung). <http://repository.unpas.ac.id/59555/>
- Dewi, M. S. A., & Lestari, N. A. P. (2020). E-modul interaktif berbasis proyek terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 433–441. <https://doi.org/10.23887/jipp.v4i3.28035>
- Ekawati, D., Gloriani, Y., & Mascita, D. E. (2022). Pengembangan bahan ajar teks deskripsi digital menggunakan aplikasi kvisoft flipbook maker untuk siswa kelas VII di SMP. *Jurnal Tuturan*, 11(1), 46–55. <https://doi.org/10.33603/jt.v11i1.6507>
- Elvarita, A., Iriani, T., & Handoyo, S. S. (2020). Pengembangan bahan ajar mekanika tanah berbasis e-modul pada program studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil (JPenSil)*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v9i1.11987>
- Fadilah, L. N., & Sulistyowati, H. (2022). Keefektifan dan respon peserta didik terhadap bahan ajar e-modul berbasis aplikasi flip pdf corporate. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 4014–4024. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i1.3491>
- Fajria, N., Saputra, E., & Elisyah, N. (2024). Desain media pembelajaran berbasis e-modul berbantuan flip pdf corporate edition pada materi bilangan real kelas X DKV SMK Negeri 1 Lhokseumawe. *Jurnal Pendidikan Matematika Malikussaleh*, 4(2), 225-234. <https://doi.org/10.29103/jpmm.v4i2.16397>

- Farida, N., & Ratnawuri, T. (2021). Pengembangan e-modul interaktif berbantu flipbook pada mata kuliah statistik. SNPPM-3 (Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat). <https://repository.ummetro.ac.id/files/artikel/3272.pdf>
- Fikri, M. K., & Sofianto, M. F. (2022). Pengembangan bahan ajar e-modul interaktif pada materi rangka batang di SMK negeri 5 Surabaya. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan (JKPTB)*, 8(2), 1–9. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-kajian-ptb/article/view/49072>
- Fitria, A. D. (2017). Pengembangan media gambar berbasis potensi lokal pada pembelajaran materi keanekaragaman hayati di kelas X SMAN 1 Pitu Riase Kab. Sidenreng Rappang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar). <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/8473/1/Annisa%20Dwi%20Fitria.pdf>
- Gunawan, H. (2018). Efektifitas penggunaan e-modul terhadap keaktifan dan hasil belajar siswa. *Prosiding Seminar Nasional 21 Universitas PGRI Palembang*, 261-266. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/prosidingpps/article/view/1830>
- Hobri. (2010). Metodologi penelitian pengembangan aplikasi pada penelitian pendidikan matematika. Pena Salsabila.
- Ilham, A., & Huda, Y. (2021). Pengembangan e-modul interaktif menggunakan media google classroom pada mata pelajaran penerapan sistem radio dan televisi. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, 9(2), 147–151. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v9i2.112530>
- Irnaningtyas. (2013). *Biologi untuk SMA/MA kelas XI kelompok peminatan matematika dan ilmu alam*. Erlangga.
- Khoiriyah, S., Istiani, A., Cahyadi, R., & Kayyis, R. (2022). Pengembangan modul digital matematika dengan menggunakan flip pdf corporate edition. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 109–120. <https://doi.org/10.24127/emteka.v3i2.2209>
- Kusuma, N. R. (2020). Modul pembelajaran biologi SMA kelas XI: Sistem koordinasi. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN. [https://repositori.kemdikbud.go.id/21859/1/XI\\_Biologi\\_KD-3.10-Final.pdf](https://repositori.kemdikbud.go.id/21859/1/XI_Biologi_KD-3.10-Final.pdf)
- Kusuma, A. M., & Mahardi, P. (2021). Analisis deskriptif terhadap pengembangan media pembelajaran e-modul interaktif berbasis software aplikasi lectora inspire. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan (JKPTB)*, 7(2), 1–11. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-kajian-ptb/article/view/42726>

- Kuswara, Nurfalah, Y., Ramdani, A., & Apipudin. (2017). Membuat karya tulis ilmiah, yuuk.. !: Modul seri-4 kursus pamong belajar kompeten melalui moda daring. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. <https://repositori.kemdikbud.go.id/26039/>
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas pengembangan e-modul project based learning pada mata pelajaran instalasi motor listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315. <https://doi.org/10.23887/jipp.v3i3.21840>
- Larasati, A. D., Lepiyanto, A., Sutanto, A., & Asih, T. (2020). Pengembangan e-modul terintegrasi nilai-nilai islam pada materi sistem respirasi. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 4(1), 1–9. <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/dikbio>
- Latifah, S., & Utami, A. (2019). Pengembangan bahan ajar interaktif berbasis media sosial schoology. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 36–45. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i1.3924>
- Linda, R., Zulfarina, Mas'ud, & Putra, T. P. (2021). Peningkatan kemandirian dan hasil belajar peserta didik melalui implementasi e-modul interaktif IPA terpadu tipe connected pada materi energi SMP.MTs. *JPSI: Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 191–200. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i2.19012>
- Listiawati, E. (2018). Penggunaan video screencast o-matic pada mata kuliah aljabar abstrak. *Jurnal Matematika*, 8(2), 114–120. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jmat/article/download/46658/28114>
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, & Amalia, D. A. (2020). Analisis bahan ajar. *Nusantara: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara/article/view/828>
- Mahardika, A. I., Wiranda, N., Arifuddin, M., Kamal, M., & Erlina, M. (2022). Ketuntasan belajar IPA fisika dengan menggunakan e-modul interaktif berbasis web. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 7(3), 26–32. <https://snllb.ulm.ac.id/prosiding/index.php/snllb-lit/article/view/752>
- Majid, A. (2008). *Perencanaan pembelajaran: Mengembangkan standar kompetensi guru*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Manumpil, N. F., Wenas, J. R., & Tilaar, A. L. F. (2022). Pengembangan bahan ajar menggunakan *flip pdf profesional* pada materi matriks. *Educational Journal: General and Specific Research*, 2(3), 346–354. <https://adisampublisher.org/index.php/edu/article/view/168/172>
- Mardiana, R., & Harti. (2022). Pengembangan e-modul berbasis flipbook untuk meningkatkan pemahaman siswa SMK pada materi hubungan dengan pelanggan. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5062–5072. <file:///C:/Users/User/Downloads/2946-10862-1-PB.pdf>

- Mawarni, J., & Hendriyani, Y. (2021). Pengembangan media pembelajaran e-modul interaktif pada mata kuliah pemrograman visual dengan metode pengembangan ADDIE. *Jurnal Vokasi Informatika (JAVIT)*, 1(3), 79–88. <https://doi.org/10.24036/javit.v1i3.67>
- Maydiantoro, A. (2021). Research model development: Brief literature review. *Jurnal Pengembangan Profesi Pendidik Indonesia (JPPPI)*, 1(2), 29–35. <https://www.neliti.com/id/publications/436485/research-model-development-brief-literature-review>
- Mufida, L., Subandowo, M., & Gunawan, W. (2022). Pengembangan e-modul kimia pada materi struktur atom untuk meningkatkan hasil belajar. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 138–146. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2498>
- Mulyono, D., Friansah, D., & Asmara, Y. (2021). Workshop pembuatan e-modul interaktif pada MGMP sejarah kota Lubuklinggau. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.56114/maslahah.v2i1.109>
- Mustami, M. K. (2017). Validitas, kepraktisan, dan efektivitas perangkat pembelajaran biologi integrasi spiritual islam melalui pendekatan saintifik. *Jurnal In Al-Qalam*, 23(1), 70–77. <https://doi.org/10.31969/alq.v23i1.392>
- Natalia, D. (2021). Praktikalitas modul pembelajaran biologi berbasis studi kasus pada materi ekosistem untuk siswa SMA kelas X. *Journal of Biology Education Research*, 2(1), 52–60. <https://doi.org/10.32332/al-jahiz.v2i1.3389>
- Novayana, I. G., Margunayasa, I. G., & Renda, N. T. (2021). Bahan ajar e-modul interaktif muatan IPA materi zat tunggal dan campuran. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(1), 59-68. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JLLS/article/download/34315/18945/90050>
- Nurpatmawati, R., & Bangun, W. A. (2023). Pengembangan bahan ajar e-modul interaktif berbasis android pada materi ekosistem untuk siswa SMA kelas X. *Jurnal Filsafat, Sains, Teknologi, dan Sosial Budaya*, 29(3), 40–47. <https://doi.org/10.33503/paradigma.v29i3.3330>
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *MISYKAT Jurnal Ilmu-Ilmu Al-Quran Hadist Syari Ah Dan Tarbiyah*, 3(1), 171-187. <https://media.neliti.com/media/publications/271164-pengembangan-media-pembelajaran-untuk-me-b2104bd7.pdf>
- Prastowo, A. (2011). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Diva Press. <https://id.scribd.com/document/564725915/Panduan-Kreatif-Membuat-Bahan-Aja-Inovatif>

- Pratama, V., Anggraini, S. F., Yusri, H., & Mufit, F. (2021). Disain dan validitas e-modul interaktif berbasis konflik kognitif untuk remediasi miskonsepsi siswa pada konsep gaya. *JEP (Jurnal Eksakta Pendidikan)*, 5(1), 68–76. <https://doi.org/10.24036/jep/vol5-iss1/525>
- Pratiwi, I. (2018). Pengembangan e-modul pembuatan stop motion kelas XII multimedia di SMK negeri 1 Godean (Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta). <http://eprints.uny.ac.id/id/eprint/61121>
- Priatna, I. K., Putrama, I. M., & Divayana, D. G. H. (2017). Pengembangan e-modul berbasis model pembelajaran project based learning pada mata pelajaran videografi untuk siswa kelas X desain komunikasi visual di SMK negeri 1 Sukasada. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 6(1), 70–78. <https://doi.org/10.23887/janapati.v6i1.9931>
- Prihantana, M. A. S., Santyasa, W., & Warpala, W. S. (2014). Pengembangan bahan ajar interaktif berbasis pendidikan karakter pada mata pelajaran animasi stop motion untuk siswa SMK. *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi Teknologi Pembelajaran*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.23887/jtpi.v4i1.1394>
- Prihatiningtyas, S., & Sholihah, F. N. (2020). Project based learning e-module to teach straigh-motion material for prospective physics teachers. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(3), 223–234. <https://doi.org/10.26618/jpf.v8i3.3442>
- Rahman, S. A. (2021). Pengembangan e-modul matematika dengan menggunakan software flip pdf profesional pada materi bentuk aljabar (Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau). <http://repository.uin-suska.ac.id/id/eprint/57281>
- Repi, P. M. T., Kaunang, D. F., & Pulukadang, R. J. (2022). Pengembangan bahan ajar matematika menggunakan kvisoft flipbook maker materi perbandingan siswa kelas VII. *Jurnal Axioma: Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 7(1), 43–52. <http://dx.doi.org/10.56013/axi.v7i1.1211>
- Rifkanita, D., Hala, Y., & Daud, F. (2023). Pengembangan e-modul biologi berbasis flip pdf corporate di kelas X SMAN 1 Pamboang kabupaten Majene. *UNM Jurnal of Biological Education*, 6(2), 105–112. <http://dx.doi.org/10.35580/ujbe.v6i2.45068>
- Ritonga, A. P., Andini, N. P., & Iklimah, L. (2022). Pengembangan bahan ajar media. *Jurnal Multidisiplin Dehasen*, 1(3), 343-348. <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/mude/article/download/2612/2125/>
- Rochmah, S. N., Widayati, S., & Zubedi. (2009). Biologi SMA/MA kelas XI. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. [http://ftp.unpad.ac.id/bse/Kurikulum\\_2006/11\\_SMA/kelas11\\_biologi\\_siti\\_nur\\_rochmah.pdf](http://ftp.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/11_SMA/kelas11_biologi_siti_nur_rochmah.pdf)

- Safitri, N. A., Elvinawati, & Rohiat, S. (2022). Pengembangan e-modul kimia menggunakan aplikasi flip pdf corporate edition pada materi larutan penyangga. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 6(2), 156–164. <https://doi.org/10.33369/alo.v6i2.25512>
- Sahjat, S., Taib, S., & Lastori, N. I. (2023). Pengembangan e-modul berbasis flip pdf corporate materi momentum dan impuls untuk siswa kelas X IPA. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Matematika*, 1(5), 301–313. <https://doi.org/10.61132/arjuna.v2i2.669>
- Savira, Y. M., Budi, A. S., & Supriyati, Y. (2019). Pengembangan e-modul materi momentum dan impuls berbasis process oriented guided inquiry learning (POGIL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMA kelas X. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF*, 8, 25–36. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2019.01.PE.04>
- Septora, R. (2017). Pengembangan modul dengan menggunakan pendekatan saintifik pada kelas X sekolah menengah atas. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian LPPM UM METRO*, 2(1), 86–98. <http://dx.doi.org/10.24127/jlplppm.v2i1.494>
- Seruni, R., Munawaroh, S., Kurniadewi, F., & Nurjayadi, M. (2019). Pengembangan modul elektronik (e-modul) biokimia pada materi metabolisme lipid menggunakan flip pdf profesional. *Jurnal Tadris Kimiya*, 4(1), 48-56. <http://sipeg.unj.ac.id/repository/upload/jurnal/9.pdf>
- Shobrina, N. Q., Sakti, I., & Purwanto, A. (2020). Pengembangan desain bahan ajar fisika berbasis e-modul pada materi momentum. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 33–40. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.33-40>
- Sidiq, R., & Najuah. (2020). Pengembangan e-modul interaktif berbasis android pada mata kuliah strategi belajar mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.21009/JPS.091.01>
- Simanihuruk, S., & Hia, Y. (2022). Pengembangan e-modul menggunakan flip pdf corporate edition pada materi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku di SMA N 1 Sumbul. *Formosa Journal of Applied Sciences (FJAS)*, 1(5), 775–788. <https://doi.org/10.55927/fjas.v1i5.1594>
- Sinurat, H. B., & Firdaus, M. (2024). Pengembangan e-modul kontekstual dengan flip pdf untuk peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematika siswa SMA. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(10), 158-165. <https://doi.org/10.56799/jim.v3i10.5234>
- Sirate, S. F. S., & Ramadhana, R. (2017). Pengembangan modul pembelajaran berbasis keterampilan literasi. *Inspiratif Pendidikan*, 6(2), 316–335. <https://doi.org/10.24252/ip.v6i2.5763>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan (kuantitatif, kualitatif, kombinasi, R&D, dan penelitian pendidikan)*: Alfabeta, cv.

- Suniasih, N. W. (2019). Pengembangan bahan ajar neurosains bermuatan pendidikan karakter dengan model inkuiri. *Jurnal Mimbar Ilmu*, 24(3), 417–429. <https://doi.org/10.23887/mi.v24i3.22542>
- Sumarni, R. A., & Dwitianti, N. (2022). Pengembangan e-modul kalfis matlab gerak vertikal menggunakan flip pdf corporate edition. *Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi (SEMNAS RISTEK)*, 6(1), 889–894. <https://doi.org/10.30998/semnasristek.v6i1.5824>
- Susanti, E. D., & Sholihah, U. (2021). Pengembangan e-modul berbasis flip pdf corporate pada materi luas dan bola. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 37–46. <https://doi.org/10.32938/jpm.v3i1.1275>
- Susilo, F. A. N., & Pahlevi, T. (2021). Pengembangan bahan ajar e-book interaktif berbantuan media pembelajara smartphone pada mata pelajaran kearsipan kompetensi dasar menerapkan prosedur pemeliharaan arsip kelas X APK SMK Muhammadiyah 1 Lamongan. *Journal of Office Administration: Education and Practice*, 1(2), 179–195. <https://doi.org/10.26740/joae.v1n2.p179-195>
- Syafutri, E., Widodo, & Pramudya, Y. (2019). Pengembangan e-modul fisika interaktif pada materi fluida dinamis menggunakan pendekatan SETS (science, environment, technology, society). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan Teknologi II*, 1(1), 330–340. <https://journal.ikipgriptk.ac.id/index.php/snpm2/article/view/1425>
- Syaifullah, M., & Izzah, N. (2019). Kajian teoritis pengembangan bahan ajar bahasa arab. *Arabiyatuna: Jurnal Bahasa Arab*, 3(1), 127–144. <http://dx.doi.org/10.29240/jba.v3i1.764>
- Wardhana, S. O., Nabilah, S., Dewitasari, A. P., & Hidayah, R. (2022). E-modul interaktif berbasis nature of science (NoS) perkembangan teori atom guna meningkatkan level kognitif literasi sains siswa. *UNESA Journal of Chemical Education*, 11(1), 34–43. <https://doi.org/10.26740/ujced.v11n1.p34-43>
- Waruwu, F. T., & Sarwandi. (2021). Pengembangan bahan ajar interaktif melalui pembelajaran daring di SMP IT Al-Munadi. *Jurnal Abdimas Budi Darma*, 1(2), 64–68. <http://dx.doi.org/10.30865/pengabdian.v1i2.2968>
- Wibowo, E. (2018). Pengembangan bahan ajar e-modul dengan menggunakan aplikasi kvisoft flipbook maker (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung). <http://repository.radenintan.ac.id/3420/>
- Widiyarsari, R., Astriyani, A., Ramadianti, W., & Kirana, D. A. (2024). Pengembangan bahan ajar digital matematika berbasis flip pdf corporate untuk meningkatkan kemandirian belajar mahasiswa. *Seminar nasional penelitian LPPM/UMJ*, 1-12. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit/article/download/26438/11877>

- Wijayanti, W., Zulaeha, I., & Rustono. (2015). Pengembangan bahan ajar interaktif kompetensi memproduksi teks prosedur kompleks yang bermuatan kesantunan bagi siswa kelas X SMA/MA. *Seloka: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 4(2), 94–101. <https://doi.org/10.15294/seloka.v4i2.9866>
- Winarso, W., & Supriady, D. (2016). Menilai prestasi belajar melalui penguatan self regulated learning dan kecerdasan emosional siswa pada pembelajaran matematika. *Jurnal Didaktik Matematika*, 3(2), 54–66. <https://jurnal.usk.ac.id/DM/article/view/5642/4673>
- Wulandari, D. D., Adnyana, P. B., & Santiasa, I. M. P. A. (2020). Penerapan e-modul interaktif terhadap motivasi dan hasil belajar siswa pada pembelajaran biologi kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 7(2), 66–80. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPB/article/view/29681>
- Wulandari, C. Y., & Sulistyowati, R. (2022). Pengembangan e-modul interaktif berbasis flip pdf profesional mata pelajaran produk kreatif dan kewirausahaan di sekolah menengah kejuruan. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 4882–4889. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.3027>
- Wulansari, E. W., Kantun, S., & Suharso, P. (2018). Pengembangan e-modul pembelajaran ekonomi materi pasar modal untuk siswa kelas XI IPS MAN 1 Jember tahun ajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan Ekonomi: Jurnal Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi, dan Ilmu Sosial*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.19184/jpe.v12i1.6463>
- Yuni, U. W., Djamaan, E. Z., Musdi, E., & Suherman. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan konstruktivisme berupa e-modul untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. *VOX EDUKASI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 13(2), 209–218. <https://doi.org/10.31932/ve.v13i2.1687>
- Zinnurain. (2021). Pengembangan e-modul pembelajaran interaktif berbasis flip pdf corporate edition pada mata kuliah manajemen diklat. *ACADEMIA: Jurnal Inovasi Riset Akademik*, 1(1), 132–139. <https://doi.org/10.51878/academia.v1i1.546>
- Zulhijjah. (2021). Meningkatkan hasil belajar bahasa inggris siswa dimasa new normal melalui e-modul interaktif. *PIONIR: Jurnal Pendidikan*, 10(2), 67–74. <http://dx.doi.org/10.22373/pjp.v10i2.10299>