

BAB II LANDASAN TEORI

A. Penelitian dan Pengembangan

1. Pengertian Penelitian dan Pengembangan

Pengembangan merupakan suatu upaya yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan individu yang terlibat dalam kegiatan pembelajaran untuk memastikan bahwa siswa memiliki apa yang diperlukan untuk belajar sesuai dengan kebutuhannya. Dalam bidang guru pengembangan terkait materi pembelajaran dan strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan.¹ Jadi penelitian dan pengembangan merupakan metode untuk menciptakan produk yang baru maupun menyempurnakan produk yang sudah ada yang bertujuan untuk menciptakan produk baru melalui pengembangan.

2. Model Penelitian dan Pengembangan

Model-model dalam penelitian dan pengembangan diantaranya yaitu:

1) Model Pengembangan Borg dan Gall

Pada tahun 1983 terdapat model penelitian dan pengembangan yang dicetuskan oleh Borg and Gall. Terdapat 10 tahapan pada model penelitian dan pengembangannya yaitu: a) penelitian dan pengumpulan data, b) perencanaan, c) pengembangan desain produk, d) uji coba lapangan, e) perbaikan produk awal, f) uji lapangan, g) perbaikan hasil uji lapangan produk, h) pelaksanaan uji lapangan, i) Versi produk akhir, j) distribusi dan implementasi.²

Keunggulan menggunakan model ini adalah mampu menghasilkan produk dengan nilai yang tervalidasi dan mendorong inovasi produk yang berkelanjutan. Sedangkan kelemahannya yaitu membutuhkan waktu yang relatif lama dan sumber dana yang besar.

2) Model Pengembangan 4D

Model penelitian dan pengembangan 4D sesuai dengan istilahnya memiliki 4 tahapan utama yaitu a) *Define*

¹ Hamdani Hamid, Pengembangan Sistem Guru di Indonesia, (Bandung : Pustaka Setia, 2013), 125.

² Borg, & Gall. Educational research: An introduction. In: New York Longman. . (1983).

(Menganalisis kebutuhan/permasalahan), b) *Design* (Merancang perangkat konsep dan perangkat pembelajaran), c) *Develop* (Mengembangkan suatu produk yang meliputi tahap validasi beberapa ahli dan uji coba), dan d) *Disseminate* (Penyebaran dan penerapan produk kepada sasaran sesungguhnya).³

Model 4D memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan penggunaan model 4D yaitu tidak membutuhkan waktu yang lama karena tahapannya tidak terlalu rumit sehingga dana yang dibutuhkan untuk penelitian dan pengembangan relative sedikit. Sedangkan kelemahannya yaitu dalam tahapannya model 4D belum ada evaluasi akhir, dimana hal tersebut bertujuan untuk mengukur kualitas produk yang telah diuji.

3) Model Pengembangan ADDIE

Model penelitian dan pengembangan ADDIE memiliki 5 tahapan diantaranya yaitu a) *Analysis* (Menganalisis kebutuhan, kelayakan, dan persyaratan pengembangan produk), b) *Design* (Merancang konsep suatu produk), c) *Development* (Merealisasikan konsep yang telah dirancang sebelumnya, dan dibutuhkan instrumen untuk mengukur kinerja produk), d) *Implementation* (Penerapan produk sebagai bahan uji coba sehingga dapat mengetahui umpan balik yang diberikan target terhadap produk yang dikembangkan), e) *Evaluation* (Merevisi produk sesuai dengan umpan balik yang diberikan oleh target).⁴

Kelebihan penggunaan model ADDIE yaitu tahapannya sistematis dan sederhana sehingga mudah dipahami dan dilakukan. Sedangkan kelemahan penggunaan model tersebut yaitu pada tahap analisis cukup memerlukan waktu yang relative lama karena ada dua jenis analisis yang harus dilakukan, yaitu analisis kerja dan analisis kebutuhan.

³ Thiagarajan, S. Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. (1974).

⁴ Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. The systematic design of instruction. (2005).

3. E-Modul

a) Definisi E-modul

E-modul secara etimologis terdiri dari dua kata, yakni singkatan “e” atau “*electronic*” dan “*module*”.⁵ Menurut (Borchers, 1999: 1) berpendapat bahwa, “*electronic book is portable hardware and software system that can display large quantities of readable textual information to the user, and lets the user navigate through this information.*”⁶

Disimpulkan bahwa e-modul merupakan media yang berisi bahan ajar interaktif berupa audio visual, suara, film dan lain-lain yang mudah dipahami oleh siswa. Modul biasanya merupakan versi cetak, namun tidak jarang modul hanya diterbitkan dalam bentuk digital tanpa versi cetak. Format e-modul digital bervariasi, mulai dari format yang didukung oleh perusahaan besar (PDF by adobe, swf by flash, doc by Word) dan berbagai format lain yang didukung oleh pembaca atau perangkat modul digital tertentu. Pada tahun 1990, format *open e-book* dikembangkan sehingga memungkinkan penerbit dan pengembang perangkat lunak menggunakan format tunggal yang dapat dibaca perangkat di mana saja dan menggunakan berbagai perangkat lunak pembaca buku.⁷

Modul atau e-modul yang baik harus memiliki unsur-unsur kelayakan yang baik dan sistematis. Prastowo (2011) mengemukakan bahwa unsur-unsur modul meliputi beberapa hal, yaitu: judul modul, petunjuk modul, kompetensi inti, indikator, referensi, strategi pembelajaran, lembar kegiatan, evaluasi, materi modul, dan evaluasi semester. Unsur-unsur tersebut harus ada dalam penyusunan modul, jika tidak ada salah satu dari beberapa unsur tersebut maka standar kelayakan modul diragukan.

⁵ Ricu Sidiq and Najuah, “Pengembangan E-moko Berbasis Android Pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar” 9, no. 1 (2020): 1–14.

⁶ Borchers, J. O. *Electronic Books: Definition, Genres, Interaction Design Patterns. In Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI99 Workshop: Designing Electronic Books.* (1999). 1-8

⁷TIM MGMPs Biologi SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan. “E-Modul Biologi Untuk SMA Kelas XI”, (Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Guru dan Kebudayaan, 2018) 12 Diakses pada http://repositori.kemdikbud.go.id/20408/1/Kelas%20XI_Biologi_KD%203.3.pdf

Selain harus memuat beberapa unsur kelayakan, kelengkapan komponen dalam modul harus juga lengkap, hal tersebut diungkapkan oleh Asih,dkk (2018), mengemukakan bahwa komponen modul adalah: 1) Pendahuluan, yang menjelaskan petunjuk penggunaan modul, Kompetensi Dasar (KD) dan tujuan pembelajaran, 2) Isi sebuah teks adalah apa yang dideskripsikan di dalamnya, 3) Lembar kerja siswa, yang menjelaskan langkah-langkah pengerjaan tugas yang harus diselesaikan, dan 4) Penilaian berupa soal-soal dengan jawaban untuk mengukur tingkat ketuntasan.⁸

Manfaat yang dirasakan dari penggunaan e-modul banyak sekali salah satunya dapat meningkatkan minat belajar siswa, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Larasati, dkk mengemukakan bahwa penggunaan e-modul sebagai media pembelajaran alternatif, dimaksudkan untuk meningkatkan minat dan apresiasi siswa menerima materi yang disampaikan.⁹ Tidak hanya itu, manfaat penggunaan E-modul sebagai sumber belajar dalam proses pembelajaran adalah dapat memperluas konten di dalam kelas, dapat merangsang pemikiran dan perkembangan siswa. Materi yang dikembangkan dimaksudkan untuk merangsang siswa mempelajari materi tambahan di luar modul.¹⁰

Pembelajaran menggunakan e-modul sangat penting bagi siswa karena proses transformasi guruan konvensional ke dalam bentuk digital akan dipengaruhi oleh pembelajaran e-modul, baik dari segi isi maupun sistemnya.¹¹

⁸ Larasati, A. D., Lepiyanto, A., Sutanto, A., & Asih, T. Pengembangan e-modul terintegrasi nilai-nilai islam pada materi sistem respirasi. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Guruan Biologi*, 4(1), (2020), 1-9, Diakses pada <https://jurnal.um-palembang.ac.id/dikbio/article/view/2766>

⁹ Ibid

¹⁰Usmiarti. "Peningkatan Hasil Belajar Guruan Kewarganegaraan Menggunakan EModul", *Jurnal Of Information Technology And Computer Science(INTECOMS)*, VOLUME 1 NO 1, MARET 2018. ISSN : 2614-1574, 29

¹¹ Pratama, M., Johari, A., & Marzal, J. (2018). Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis Potensi Daerah Kerinci pada Materi Plantae dan Animalia: Development of Biological E-Modules Based on Kerinci Resources for Plantae And Animalia Materials. *Edu-Sains: Jurnal Guruan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(2), 1-10. Diakses pada <https://online-journal.unja.ac.id/edusains/article/view/8195>

b) Kelebihan dan Kelemahan Penggunaan E-Modul

E-modul dapat menjadi solusi untuk menghilangkan kebosanan siswa dan mengatasi tantangan yang dihadapi. Beberapa kelebihan penggunaan e-modul sebagai berikut:

- 1) Harganya lebih murah, praktis, ringan, dan dapat dibawa kemana saja karena e-modul tidak hanya tersedia di komputer dan laptop saja, namun dapat diakses dengan *smartphone android*.
- 2) Saat membaca e-modul, siswa merasa seperti membuka buku secara fisik, karena terdapat animasi saat berpindah halaman tampak seperti membuka buku, sehingga siswa diharapkan dapat termotivasi untuk belajar dimana saja dan kapan saja.¹²
- 3) Penggunaan e-modul di dalamnya terdapat audio dan video mengenai materi pembelajaran, sehingga siswa dengan mudah memahami materi tersebut.

Selain memiliki beberapa kelebihan, e-modul juga memiliki kelemahan dan keterbatasan diantaranya sebagai berikut:¹³

- 1) Dibutuhkan waktu lebih lama bagi siswa pemula yang belum terbiasa dan menggunakan e-modul.
- 2) E-modul kurang efektif dalam penggunaannya karena masih menggunakan link untuk jawaban.
- 3) Ada kemungkinan *loading* lama karena sinyal yang dibutuhkan untuk mengoperasikannya terkadang sulit di area tertentu.
- 4) Kemampuan laptop atau gadget dapat mempengaruhi kecepatan pengaksesan secara efisien.
- 5) E-modul tidak dapat dicoret-corek sehingga siswa harus menyediakan kertas untuk membuat catatan sendiri.
- 6) Keterbatasan fasilitas karena tidak semua siswa memiliki *android* maupun laptop.

¹² Situmorang, M., Yustina, Y., & Syafii, W. *E-Module Development using Kvisoft Flip builder through the Problem Based Learning Model to Increase Learning Motivation. Journal of Educational Sciences*, 4(4) (2020), 834-848. Diakses pada <https://jes.ejournal.unri.ac.id/index.php/JES/article/view/8017>

¹³Hutahaean A L, Siswandari, "Pemanfaatan E-Module Interaktif Sebagai Media Pembelajaran Di Era Digital."

c) **Syarat E-Modul Yang Bagus/ Ideal**

Dalam pembuatan e-modul ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar e-modul layak digunakan dalam pembelajaran, diantaranya sebagai berikut:

- 1) *Self Instructional*, yaitu siswa dapat membiasakan diri untuk belajar secara mandiri sehingga tidak bergantung pada orang lain.
- 2) *Self Contained*, yaitu siswa mampu mempelajari semua materi pembelajaran dari satu unit kompetensi dalam sebuah e-modul.
- 3) *Stand Alone* (berdiri sendiri), yaitu pemakaian e-modul tidak bergantung pada media pembelajaran yang lainnya.
- 4) *Adaptif*, yaitu e-modul harus memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
- 5) *User Friendly*, yaitu e-modul harus mudah dalam pengoperasiannya. E-modul juga harus dilengkapi dengan petunjuk dan informasi yang mudah diakses dan bermanfaat bagi pengguna. Selain itu penggunaan bahasa, istilah, dan gambar yang mudah dipahami.
- 6) *Konsistensi*, yaitu penggunaan jenis dan ukuran huruf, spasi, dan tata letak yang selalu sama di seluruh halaman.¹⁴

Penilaian e-modul yang ideal dilihat dari segi materi dan medianya di dalamnya juga harus mencakup beberapa hal sebagai berikut:

a. **Dilihat Dari Segi Materi**

Penyusunan materi dalam e-modul harus memperhatikan berbagai aspek seperti kelayakan isi, tata kebahasaan, dan penyajian.

- 1) Aspek kelayakan isi, antara lain:¹⁵
 - a) Kesesuaian dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar
 - b) Sesuai dengan perkembangan siswa

¹⁴ Anwar, Ilham.. Pengembangan Bahan Ajar. Bahan Kuliah Online. (Direktori UPI. Bandung : 2010)

¹⁵ Depdiknas.. Panduan Pengembangan Bahan Ajar. (Jakarta : Direktorat Pembinaan SMA, Dirjen Mandikdasmen, Depdiknas, 2008). Diakses dari http://128.199.78.207/dqD_depdiknas-panduan-pengembangan-bahan-ajar_v1ONSAW.pdf

- c) Sesuai dengan kebutuhan bahan ajar siswa
 - d) Kebenaran isi materi
 - e) Menambah wawasan
 - f) Sesuai dengan nilai moral, dan sosial
 - 2) Aspek Penyajian antara lain mencakup:
 - a) Tujuan yang ingin dicapai jelas
 - b) Penyajian yang runtut
 - c) Adanya motivasi
 - b. Dilihat Dari Segi Media¹⁶
 - 1) Aspek Kesesuaian dengan syarat didaktik
 - a) Kesesuaian dengan kemampuan siswa
 - b) Kegiatan yang merangsang siswa
 - 2) Aspek kesesuaian dengan syarat konstruksi
 - a) Ketepatan penggunaan Bahasa dan kalimat
 - b) Pemilihan pertanyaan dan sumber belajar
 - c) Kejelasan materi, tujuan, dan identitas
 - 3) Aspek kesesuaian dengan syarat teknis
 - a) Ukuran E-Moko
 - b) Desain cover E-Moko
 - c) Desain isi E-Moko
- 4. Software Flip builder**

Flip builder adalah perangkat lunak yang mengubah file ke format PDF menjadi buku animasi 3D yang mencakup musik, video, gambar, tombol, dan animasi. *Flip builder* dapat digunakan untuk pembuatan esai, tugas individu, dan kelompok yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari siswa.¹⁷ Aplikasi perangkat lunak *Flip builder* mendukung pembelajaran karena tidak hanya tertulis, tetapi juga dilengkapi dengan tindakan, video, dan audio, memungkinkan media pembelajaran imersif menjadi lebih dari sekadar monoton.

Banyak kelebihan dari penggunaan *flip builder* diantaranya yaitu *flip builder* dapat memasukkan berbagai

¹⁶ Anisa, Septi. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Dengan Pendekatan *Contextual Teaching and Learning* Pada Materi Peluang Siswa SMK Bidang Keahlian Bisnis dan Manajemen Kelas XI Semester 2 Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. 2016 Diakses dari <https://core.ac.uk/display/78035710>

¹⁷ Susilawati, S., Pramusinta, P., & Saptaningrum, E. Penguasaan konsep siswa melalui sumber belajar e-modul gerak lurus dengan software flip builder. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 9(1), (2020). 36-43. Diakses pada <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/38279>

media seperti gambar, video, dan audio dalam buku digital atau e-modul yang akan dikembangkan dalam tampilan media yang lebih variatif agar proses pembelajaran lebih menarik. Perangkat ini juga memiliki template desain dan fitur seperti latar belakang, tombol kontrol, bilah navigasi, *hyperlink*, dan *backsound*. Efek animasi saat berpindah halaman akan membuat pengguna merasa seperti sedang membuka buku. Output atau hasil akhir dari program ini dapat disimpan ke format html, exe, zip, screen saver, dan aplikasi. Situs web memungkinkan pengguna untuk mengunggah karya mereka ke internet.¹⁸

5. Materi Ekosistem

Organisme hidup dalam suatu sistem yang didukung oleh berbagai komponen yang saling berhubungan yang saling mempengaruhi dan berinteraksi dengan alam dapat disebut ekosistem. Cabang biologi yang mempelajari interaksi antara organisme dan lingkungannya disebut ekologi.. Ekologi berasal dari Bahasa Yunani, yang terdiri dari dua kata, yaitu “*oikos*” yang artinya rumah, dan “*logos*” yang berarti ilmu. Jadi ekologi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antar makhluk hidup dengan lingkungannya.¹⁹

Komponen lingkungan terbagi menjadi 2, yaitu sebagai berikut:

a. Komponen biotik

Biotik artinya makhluk hidup. Komponen-komponen biotik terdiri atas semua jenis makhluk hidup, meliputi berbagai jenis mikroorganisme, jamur, ganggang, segala jenis tumbuhan, hewan dan manusia. Factor biotik juga meliputi tingkatan organisasi dalam kehidupan diantaranya individu, populasi, dan komunitas.

b. Komponen abiotik

Abiotik artinya bukan makhluk hidup atau komponen tak hidup. Komponen abiotik merupakan komponen fisik dan kimia yang membentuk lingkungan

¹⁸ Susanti, L. R. Pengembangan E-Modul Berbasis Software Flip builder Materi Peninggalan Megalitik Di Pasemah Dalam Mata Kuliah Sejarah Indonesia Kuno Di FKIP Universitas Sriwijaya. *el-Buhuth: Borneo Journal of Islamic Studies*, 3(1) (2020), 11-20. Diakses pada <https://journal.iain-samarinda.ac.id/index.php/el-Buhuth/article/view/2790>

¹⁹ D.A. Pratiwi, dkk. Biologi untuk SMA/MA kelas X Kelompok Peminatan Matematika Dan Ilmu Alam. (Jakarta : Erlangga, 2014), 298

abiotik, misalnya suhu, cahaya, air, kelembaban, udara, garis lintang, dan tanah.²⁰

Komponen biotik dan abiotik merupakan bagian penting dari ekosistem. Dimana komponen biotik adalah makhluk hidup itu sendiri, sedangkan komponen abiotik adalah makhluk tak hidup yang ada didalamnya. Sehingga kedua komponen tersebut memiliki peran penting sebagai suatu ekosistem, tanpa salah satunya maka ekosistem ini tidak akan berfungsi.

Pola interaksi dalam ekosistem terbagi menjadi 5, antara lain:

1) Interaksi antara komponen biotik dan abiotik

Keberadaan komponen abiotik dalam ekosistem sangat memengaruhi komponen biotik. Misalnya, tumbuhan dapat hidup baik apabila lingkungan memberikan unsur-unsur yang diperlukan oleh tumbuhan seperti cahaya, air, udara dan garam-garam mineral. Begitu juga sebaliknya.

2) Interaksi antarkomponen biotik

Setiap makhluk hidup memerlukan makhluk hidup lainnya untuk saling mendukung kehidupan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Interaksi antar makhluk hidup dalam suatu ekosistem dapat terjadi melalui peristiwa rantai makanan, simbiosis, predasi, kompetisi dan netral.

3) Interaksi antarkomunitas

Interaksi antar komunitas tidak hanya melibatkan suatu organisme, melainkan juga melibatkan aliran energi dan makanan. Misalnya interaksi yang terjadi pada daur karbon, dimana pada daur karbon terjadi pada dua ekosistem yang berbeda yaitu ekosistem laut dan darat.

4) Interaksi antarorganisme

Setiap individu tidak dapat hidup tanpa bergantung pada individu lainnya. Interaksi antarorganisme dapat berbentuk netral (tidak saling mengganggu), predasi (hubungan antar pemangsa), mutualisme (sama-sama diuntungkan), komensalisme (satu pihak ada yang diuntungkan dan pihak lain tidak

²⁰ Rangkuti, A. M. *Ekosistem pesisir & laut Indonesia*. Bumi Aksara. (2017)

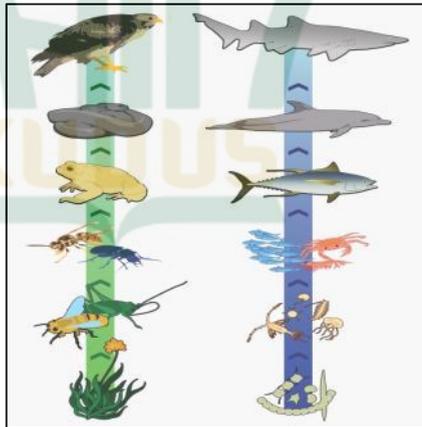
juga dirugikan) , dan parasitisme (satu pihak ada yang diuntungkan dan pihak lainnya dirugikan).

5) Interaksi antarpopulasi

Interaksi antarpopulasi terjadi jika kedua populasi memiliki kesamaan dalam hal kepentingan sehingga terjadi sebuah persaingan. Misalnya seperti populasi kambing dan sapi di padang rumput,²¹ dimana kedua populasi tersebut memiliki kepentingan yang sama dalam hal jenis makanan, sehingga kemungkinan terjadi persaingan.

Aliran energi merupakan urutan perpindahan energi dari tingkatan trofik yang satu ke tingkatan trofik lainnya, yaitu dimulai dari sinar matahari yang akan ditangkap oleh produsen (tanaman hijau) sehingga akan terjadi proses fotosintesis, dimana dalam proses ini energi matahari diubah menjadi energi kimia yang dapat digunakan oleh organisme melalui rantai makanan, lalu tumbuhan akan dimakan oleh konsumen primer, lalu menuju konsumen tingkat tinggi, dan akhirnya menuju ke saproba. Adanya aliran energi akan membentuk rantai makan dan jaring-jaring makanan atau proses makan dan dimakan, dan siklus biogeokimia.²²

Gambar 2. 1 Rantai makanan di darat dan di laut



Sumber : <https://bobo.grid.id>

²¹ D.A. Pratiwi, dkk. Biologi untuk SMA/MA kelas X Kelompok Peminatan Matematika Dan Ilmu Alam. (Jakarta : Erlangga, 2014), 300

²² D.A. Pratiwi, dkk. Biologi untuk SMA/MA kelas X Kelompok Peminatan Matematika Dan Ilmu Alam. (Jakarta : Erlangga, 2014), 307

Gambar 2. 2 Jaring-jaring makanan



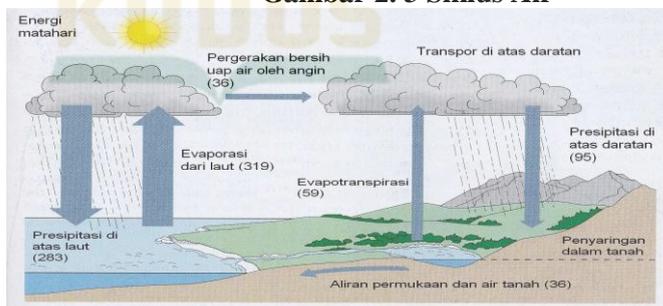
Sumber : <https://www.pustakapengetahuan.com>

Siklus biogeokimia merupakan proses perubahan nutrisi dari berbagai bentuk senyawa kimia dari lingkungan ke organisme dan kemudian kembali ke lingkungan. Siklus biogeokimia terdiri dari 5 siklus yaitu siklus air, karbon, nitrogen, sulfur, dan fosfor.

a) Siklus Air

Siklus air dimulai dengan air di permukaan bumi. Siklus air terbagi menjadi dua, yaitu siklus pendek dan siklus panjang. Siklus air pendek, yaitu air laut menguap, kemudian uap air di udara mengembun menjadi titik-titik air, kemudian jatuh sebagai hujan, kemudian kembali ke laut. Sedangkan siklus air yang panjang, yaitu uap air berasal dari permukaan bumi dan berbagai proses penguapan, kemudian jatuh sebagai hujan di darat dan kemudian mengalir melalui sungai ke laut.²³

Gambar 2. 3 Siklus Air



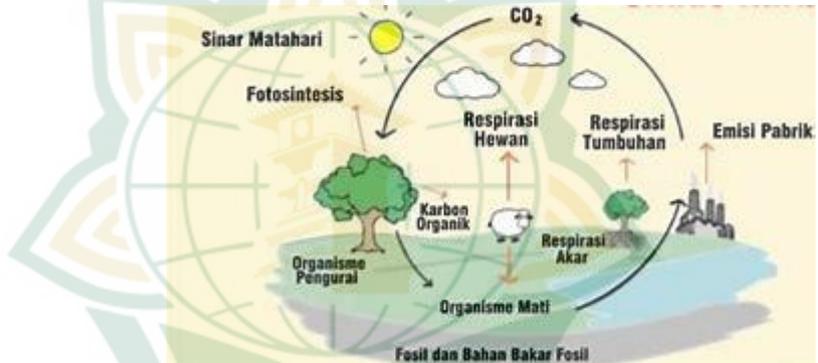
Sumber : <https://waterpedia.co.id>

²³ Huda Khoiril, EKOSISTEM MAPEL BIOLOGI KELAS X, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN, hlm. 37-40, http://repository.kemdikbud.go.id/22020/1/X_Biologi_KD-3.11_Final.pdf

b) Siklus Karbon

Siklus karbon adalah proses di mana atmosfer bumi terus didaur ulang. Pada tumbuhan darat dan fitoplankton, CO_2 diubah menjadi karbohidrat melalui fotosintesis. Dalam fotosintesis, oksigen juga diproduksi. Karbohidrat digunakan oleh konsumen untuk menghasilkan energi. Konsumen juga bernapas yang akan mengeluarkan karbondioksida ke udara. Bakteri menguraikan bahan organik menjadi karbon, dan karbon itu dapat terakumulasi dalam bentuk batu bara dan minyak.

Gambar 2. 4 Siklus Karbon

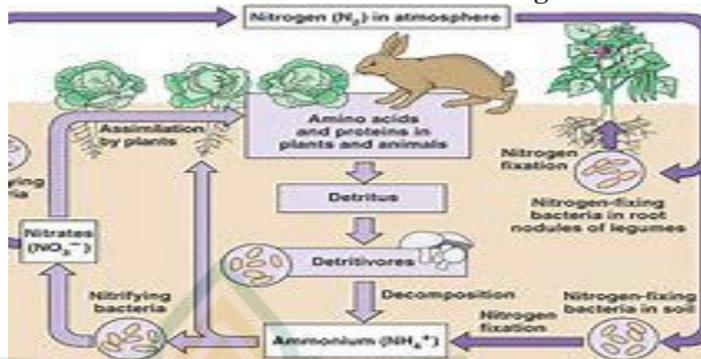


Sumber : <https://digilib.uinsgd.ac.id>

c) Siklus Nitrogen

Tahapan siklus nitrogen berlangsung dimulai dari tumbuhan mengambil nitrogen dalam bentuk nitrat. Kemudian bakteri pada bintil akar beberapa legum dan alga, dapat memfiksasi nitrogen dari udara. Petir juga akan menghasilkan nitrogen dan oksigen. Senyawa ini dibawa oleh air hujan dalam bentuk nitrat dan nitrit. Amonia adalah gas yang menguraikan bahan organik. Bakteri di tanah mendenitrifikasi nitrat, mengubahnya menjadi nitrogen bebas di udara.

Gambar 2. 5 Siklus Nitrogen

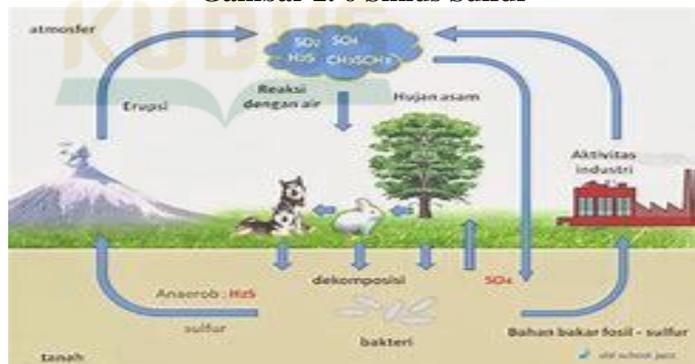


Sumber : <https://ilmulingkungan.com>

d) Siklus Sulfur

Sulfur direduksi oleh bakteri menjadi sulfur oksida dan hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida ini terdapat dalam air yang biasanya mematikan bagi makhluk hidup. Biasanya dihasilkan dari dekomposisi bahan organik mati. Tanaman menyerap ion sulfat dan menggunakannya untuk membuat protein. Jika jaringan tumbuhan atau hewan mati, maka akan melalui proses perincian. Beberapa jenis bakteri dapat mengoksidasi hidrogen sulfida menjadi sulfat kembali. Besi dalam sedimen bereaksi dengan sulfida untuk membentuk ferrosulfida, yang mengendap.

Gambar 2. 6 Siklus Sulfur



Sumber : <https://www.liveworksheets.com>

e) Siklus Fosfor

Fosfor adalah komponen makhluk hidup dan diperlukan untuk reaksi kimia yang menghasilkan energi untuk kehidupan. Cadangan fosfat terlarut, dapat digunakan langsung sebagai nutrisi utama dalam sintesis protein oleh tanaman. Melalui rantai makanan fosfat dapat berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi. Organisme mati dan fosfornya dikembalikan ke tanah. Kelebihan fosfor yang dikeluarkan burung dan ikan dalam tinja mereka mengembalikan fosfor ke lingkungan. Guano merupakan akumulasi fosfat yang dikembalikan ke daratan.²⁴

Gambar 2. 7 Siklus Fosfor



Sumber : <https://www.siswapedia.com>

Perubahan lingkungan pastinya akan mengakibatkan kerusakan lingkungan karena keseimbangan lingkungan akan terganggu. Banyak penyebab terjadinya perubahan lingkungan, dapat dari ulah manusia atau factor alam. Kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh manusia seperti pemakaian bahan bakar fosil dan penyalahgunaan lahan sehingga mengakibatkan perubahan iklim. Selain itu banyak aktivitas manusia yang mengakibatkan banyak kerusakan lingkungan diantaranya menebang hutan secara liar, pembangunan pemukiman, penggunaan pestisida secara berlebihan dan masih banyak lagi.

Sedangkan kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh alam diantaranya seperti kebakaran hutan di musim kemarau, tsunami, gunung Meletus,

²⁴ Ibid

gempa bumi, dan fenomena alam lainnya. Upaya yang dilakukan agar kerusakan lingkungan dapat teratasi yaitu dengan cara mengendalikan pemanfaatan SDA secara bijaksana, melakukan pembangunan berwawasan lingkungan, serta bijak dalam pemanfaatan, penataan, pemeliharaan, pemulihan, dan pengembangan lingkungan.

Seringkali ditemukan banyak limbah saat terjadi kerusakan lingkungan. Limbah merupakan sesuatu yang tidak berfungsi lagi. Upaya untuk mengurangi jumlah limbah agar tidak terjadi kerusakan lingkungan maka harus dilakukan Tindakan 3R (*Reuse, Recycle, Reduce*).²⁵

B. Penelitian Terdahulu

Penelitian Terdahulu yang relevan dan mempunyai kaitan dengan produk yang dikembangkan penulis antara lain sebagai berikut:

No	Nama Peneliti	Judul	Simpulan	Pembeda
1.	Septiana G.A.N, Roza Thohiri	Pengembangan E-Modul Dengan Menggunakan Aplikasi <i>Flip Builder</i> Berbasis <i>Problem Solving</i> Mata Kuliah Perpajakan Prodi Pendidikan Ekonomi UNIMED	Hasil validasi dari ahli materi dan ahli media diperoleh bahwa kriteria yang dapat digunakan dengan hasil revisi parsial adalah 85% dan dapat digunakan dengan revisi parsial dengan hasil 84%. Hasil yang diperoleh dari uji	Penelitian tersebut berbasis <i>problem solving</i> dan subjek yang digunakan yaitu mahasiswa pada mata kuliah perpajakan.

²⁵ D.A. Pratiwi, dkk. Biologi untuk SMA/MA kelas X Kelompok Peminatan Matematika Dan Ilmu Alam. (Jakarta : Erlangga, 2014), hlm. 314-322

			kepraktisan dimana dosen mata kuliah sebesar 91,7% dan uji coba individu dan uji coba kelompok kecil sebesar 93%. ²⁶	
2.	Hanifah Nur Nasution, dkk	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Matakuliah Aplikasi Komputer Guna Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa	Media pembelajaran Pengenalan Aplikasi Komputer dengan aplikasi Buku Saku Digital berbasis Android sebagai media pembelajaran berdasarkan penilaian sangat baik (90.25) dan sangat valid (89.14) layak digunakan dalam media pembelajaran mahasiswa. ²⁷	Belum adanya penggunaan aplikasi <i>flip builder</i> , dan pada penelitian tersebut ditujukan kepada mahasiswa dan belum diterapkan kepada siswa SMA/MA, sedangkan penelitian ini diterapkan kepada siswa SMA/MA.

²⁶ Septiana, G. A. N., & Thohiri, R. Pengembangan E-Modul Dengan Menggunakan Aplikasi Flip Builder Berbasis Problem Solving Mata Kuliah Perpajakan Prodi Pendidikan Ekonomi UNIMED. *Eduonomic: Jurnal Ilmiah Pendidikan Ekonomi Fakultas Pendidikan Dan Sains*, (2022). 10(2), 119-130. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Eduonomic/article/view/6433>

²⁷ Nasution H. N., dkk. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Matakuliah Aplikasi Komputer Guna Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa. *Jurnal Education and development* Institut Guru Tapanuli Selatan,

3.	Silvi Laili Ariski	Pengembangan e-modul dengan menggunakan aplikasi <i>flip builder</i> pada mata pelajaran penataan barang dagangan pada siswa kelas XI Jurusan Pemasaran di SMKN 1 Turen	Respon siswa terhadap penggunaan e-modul dengan aplikasi <i>Flip Builder</i> pada mata pelajaran Penataan Barang Dagangan adalah sangat positif. ²⁸	E-modul pada penelitian tersebut diterapkan untuk mata pelajaran penataan barang dagangan dan diperuntukkan untuk siswa kelas XI jurusan pemasaran.
4.	Sumiati Wulandari, Dina Octaria, Anggria Septiani Mulbasari	Pengembangan E-Modul Berbantuan Aplikasi <i>Flip Pdf Builder</i> Berbasis <i>Contextual Teaching And Learning</i>	E-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid, sangat praktis dan sangat efektif, sehingga e-modul berkualitas baik dan dapat digunakan dalam pembelajaran materi himpunan. ²⁹	Penelitian tersebut dilakukan untuk mengembangkan e-modul mata pelajaran matematika dan model pengembangannya yaitu ADDIE.
5.	Yulia Sabita	Pengembangan E-Modul dengan	E-modul dengan <i>Flip</i>	Pengembangan e-modul ditujukan

5(1), (2018), diakses pada 18 November 2021, <http://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/363>

²⁸ Ariski, Silvi Laili *Pengembangan e-module dengan menggunakan aplikasi flip builder pada mata pelajaran penataan barang dagangan pada siswa kelas XI Jurusan Pemasaran di SMKN 1 Turen / Silvi Laili Ariski*. Universitas Negeri Malang. (2018) <http://repository.um.ac.id/id/eprint/28115>

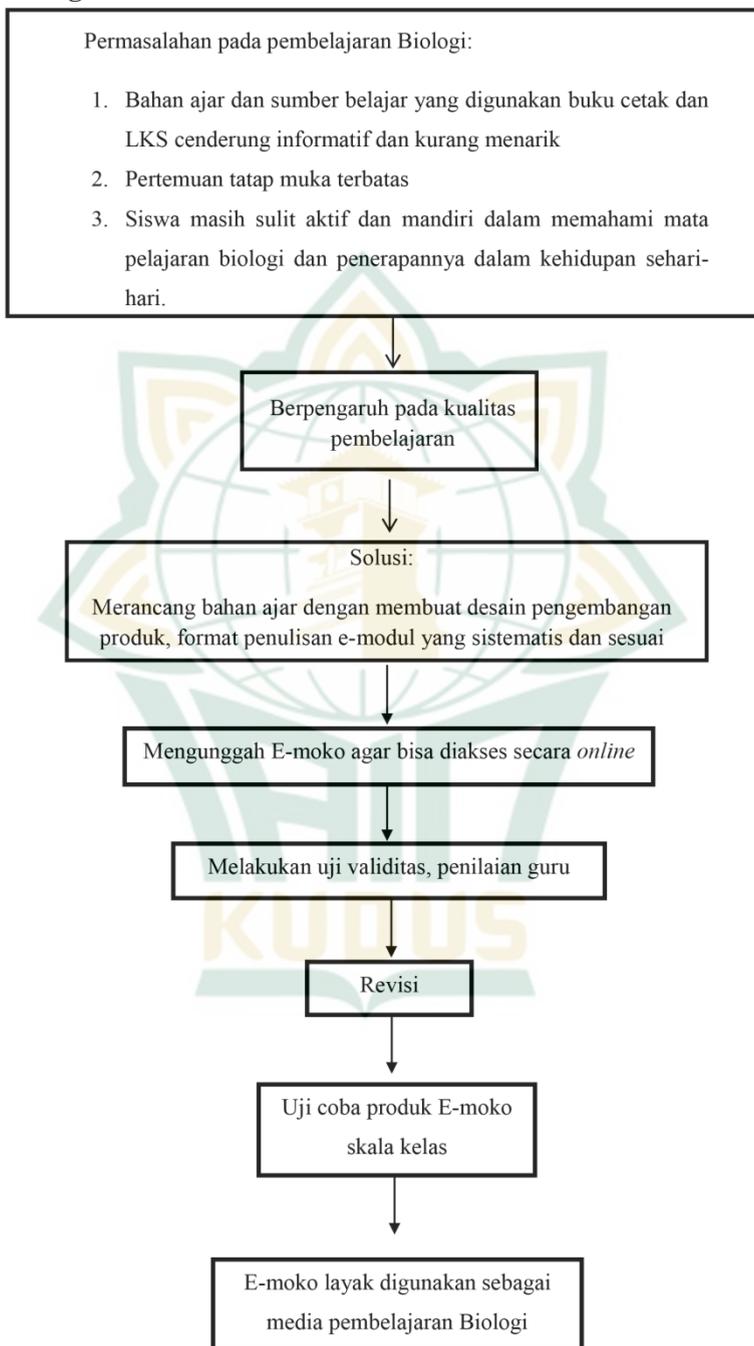
²⁹ Wulandari, S., Octaria, D., & Mulbasari, A. S. Pengembangan E-Modul Berbantuan Aplikasi Flip Pdf Builder Berbasis Contextual Teaching and Learning. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, (2021). 5(2), 389-402. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/JNPM/article/view/4628>

		<p><i>Flip Builder</i> Berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) Pada Materi Cahaya Pembelajaran IPA Di Kelas V MI/SD</p>	<p><i>Builder</i> berbasis KPS pada materi cahaya pembelajaran IPA kelas V MI/SD sudah layak digunakan dan respon kemenarikan peserta didik terhadap media e-modul berada pada skala sangat menarik.³⁰</p>	<p>untuk siswa SD/MI pada materi cahaya dan pengembangan tersebut berbasis keterampilan proses sains.</p>
--	--	--	---	---

Dari beberapa hasil penelitian terdahulu tersebut didapatkan kesimpulan bahwa, penelitian tentang pengembangan e-moko berbasis *flip builder* untuk siswa SMA/MA belum pernah diteliti oleh peneliti lain. Adanya pengembangan e-moko tersebut diharapkan layak dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran biologi.

³⁰ Yulia, Sabita *Pengembangan E-Modul Dengan Flip Builder Berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) Pada Materi Cahaya Pembelajaran IPA Di Kelas V MI/SD*. UIN Raden Intan Lampung. (2021), <http://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/15445>

C. Kerangka Berfikir



Tahap awal yang dilakukan sebelum menyusun produk E-moko yaitu melakukan wawancara dengan guru Biologi sehingga diperoleh berbagai permasalahan dalam pembelajaran Biologi meliputi media belajar yang digunakan masih kurang interaktif dan tidak menarik karena masih menggunakan buku LKS dan buku paket. Selain itu selama wabah covid -19, pembelajaran dilakukan secara *online* sehingga pertemuan tatap muka terbatas dan menjadikan siswa kurang memahami materi yang diberikan guru secara *online*.

Permasalahan-permasalahan tersebut dapat berdampak pada kualitas pembelajaran, sehingga dibutuhkan solusi untuk menangani permasalahan tersebut, salah satunya melakukan pengembangan media belajar berupa e-modul yang diberi nama E-moko. Produk E-moko yang sudah jadi lalu divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan guru. Setelah divalidasi dilakukan revisi, kemudian diuji cobakan kepada siswa kelas X. dari hasil uji coba didapatkan hasil bahwa E-moko layak digunakan sebagai media pembelajaran Biologi.

