

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. E-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Sebagai Bahan Ajar IPA

a. E-Modul

E-modul merupakan modul berbentuk elektronik, dimana pemakaiannya menggunakan media elektronik seperti smartphone, laptop, komputer maupun tablet. E-modul dapat dibuat menggunakan microsoft word, akan tetapi agar tampilan lebih menarik pembaca dapat menggunakan program e-book khusus seperti calibre, flipbook maker, dan Ibook Author.¹ Keunggulan dari e-modul yaitu terdapat fitur-fitur interaktif dan menarik seperti dilengkapi dengan video, animasi, audia, gambar dan fitur lainnya yang dapat digunakan peserta didik. E-modul dapat meningkatkan kemampuan kritis peserta didik dan mendapatkan respon positif dari peserta didik.

E-modul ialah media inovatif yang dapat menarik minat belajar peserta didik.² Umumnya modul dibuat dalam bentuk cetak sehingga membuat peserta didik merasa bosan dan monoton dalam pembelajaran.³ Dengan adanya e-modul dapat menambah minat belajar peserta didik, dikarenakan peserta didik lebih menyukai pembelajaran yang sesuai dengan perkembangan zaman. E-modul mempunyai kelebihan seperti dapat meminimalisir pengeluaran, mengurangi penggunaan kertas, dan dapat mengakses kapan dan dimanapun berada.⁴

E-modul merupakan alat bantu yang terstruktur secara sistematis yang berisi materi dan metode pembelajaran dalam

¹ Budhi Oktavia, Rahadian Zainul, and Ananda Putra, "Pengenalan Dan Pengembangan E-Modul Bagi Guru- Guru Anggota MGMP Kimia Dan Biologi Kota Padang Panjang," *Universitas Negeri Padang*, n.d.

² Nita Sunarya Herawati and Ali Muhtadi, "Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Interaktif Pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI SMA," *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan* 5, no. 2 (2018): 182.

³ Nita Sunarya Herawati and Ali Muhtadi, "Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Interaktif Pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI IPA SMA," *Jurnal At-Tadbir* 4, no. 1 (2020): 59–60.

⁴ Ismi Laili, "Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik," *Jurnal Imiah Pendidikan dan Pembelajaran* 3, no. 3 (2019): 308.

bentuk elektronik. E-modul disusun secara lengkap dan berisi seperangkat pengetahuan yang disusun untuk memudahkan peserta didik mencapai pembelajaran tertentu. E-modul berisi tujuan pembelajaran, dan materi dan evaluasi pembelajaran.⁵ E-modul merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang disusun secara spesifik. E-modul digunakan peserta didik untuk memudahkan dalam memahami materi pembelajaran secara mandiri atau melalui pendampingan guru.⁶

Dalam mengembangkan e-modul perlu memperhatikan karakteristik diantaranya *self intruction*, *self contained*, *stand alone*, *adaptive* dan bersahabat.⁷

- 1) *Self intruction* (dapat digunakan individu tanpa bantuan individu lainnya).
- 2) *Self contained* (materi yang terdapat di dalam modul lengkap dan sesuai dengan kebutuhan).
- 3) *Stand alone* (berdiri sendiri tanpa tergantung bahan ajar lain)
- 4) *Adaptive* (disesuaikan dengan perkembangan iptek).
- 5) *User friendly* (bersahabat dengan penggunaanya).

Dalam mengembangkan e-modul pembelajaran diperlukan tahapan dalam penyusunan e-modul. Berikut ini tahapan dalam penyusunan e-modul.⁸

- 1) Analisis kebutuhan e-modul

Kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh data e-modul yang dibutuhkan peserta didik sesuai dengan capaian pembelajaran.

- 2) Desain e-modul

Desain e-modul dibuat guru dengan menyusun modul ajar kurikulum merdeka. Modul ajar kurikulum merdeka menjadi kunci utama dalam penyusunan e-modul.

⁵ Oni Arlitasari, "Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu Berbasis Salingtemas Dengan Tema Biomassa Sumber Energi Alternatif Terbarukan," *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2013.

⁶ Lasmiyati Idris, "Pengembangan Modul Pembelajaran Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Minat SMP" 9, no. 2 (2014).

⁷ Ismu Fatikhah, "Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Bermuatan Emotion Quotient Pokok Bahasan Himpunan," *Jurnal Tadris Matematika IAIN Syekh Nurjati Cirebon* 4, no. 4 (2015).

⁸ Dwi Rahdiyanta, "Teknik Penyusunan Modul," *Academia*, 2016.

3) Implementasi

Implementasi merupakan kegiatan yang dilakukan sesuai dengan alur yang telah diatur dalam e-modul. Implementasi diperlukan dalam kegiatan pembelajaran dikarenakan agar capaian pembelajaran tercapai dengan baik.

4) Penilaian

Penilaian merupakan tahapan yang dibutuhkan untuk memperoleh hasil kemampuan peserta didik setelah mempelajari materi yang terdapat dalam e-modul.

5) Evaluasi dan validasi

Dalam penyusunan e-modul, perlu adanya evaluasi dan validasi. Evaluasi merupakan proses mengukur dan menilai e-modul pembelajaran. Sedangkan validasi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menguji kesesuaian e-modul dengan capaian pembelajaran.

6) Jaminan kualitas

Ketika pembuatan e-modul, perlu dipantau dan perhatikan untuk menyakinkan bahwa e-modul yang telah dibuat sudah sesuai dengan desain awal yang telah dirancang dan memenuhi kualitas suatu e-modul.

b. *Project Based Learning (PjBL)*

Model *Project Based Learning* adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek dalam proses kegiatan belajar mengajar. Model berbasis PjBL merupakan model pembelajaran yang melibatkan pemberian tugas kepada seluruh peserta didik untuk diselesaikan secara individu, yang harus diamati, dibaca, dan diteliti oleh peserta didik.⁹

Pembelajaran berbasis PjBL lebih sesuai dalam pembelajaran interdisioliner karena secara alami berkaitan dengan berbagai keterampilan akademik seperti membaca, menulis, dan matematika dan sesuai untuk mengembangkan pemahaman konseptual dengan mengasimilasi materi yang berbeda. Model pembelajaran berbasis PjBL bertujuan membantu peserta didik lebih mudah memahami dan

⁹ Ahmad Fauzi, Herlina Siregar, and Ika Rizqi Meilya, "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning dalam Pembelajaran Mandiri pada Pendidikan Kesetaraan Paket C," *Journal of Nonformal Education and Community Empowerment* 3, no. 1 (2019): 54.

menyerap teori yang diberikan.¹⁰ Model ini menggunakan pendekatan kontekstual dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Oleh karena itu, keputusan terbaik dapat dianggap sebagai solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang diterima.

Adapun kelebihan dari model berbasis *Project Based Learning* antara lain:¹¹

- 1) Untuk meningkatkan motivasi peserta didik dalam menyelesaikan proyek dan yakin bahwa pembelajaran pada proyek lebih menarik dibandingkan komponen kurikulum lainnya.
- 2) Meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, dari berbagai sumber yang menjelaskan lingkungan pembelajaran berbasis PjBL yang membantu peserta didik menjadi termotivasi dan efektif dalam memecahkan masalah yang kompleks.
- 3) Untuk meningkatkan kerja tim dalam proyek yang mengharuskan peserta didik mengembangkan dan melatih keterampilan komunikasi.
- 4) Memberikan pengalaman pembelajaran yang melibatkan pembelajaran yang dirancang untuk didasarkan pada dunia nyata.
- 5) Menciptakan suasana belajar yang menyenangkan sehingga peserta didik dan guru dapat menikmati proses pembelajaran.

Adapun kekurangan dari model berbasis *Project Based Learning* antara lain:

- 1) Butuh waktu yang lama untuk menyelesaikan masalah dan menciptakan produk
- 2) Memerlukan biaya yang banyak.
- 3) Membutuhkan sarana, peralatan, dan bahan yang memadai.
- 4) Memerlukan guru yang berkualitas dalam mengajar.
- 5) Tidak cocok bagi peserta didik yang mudah menyerah dan tidak mempunyai cukup pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan.

¹⁰ Putri Maulita, Satibi Hidayat, and Hasanah, "Analisis Kebutuhan E-Modul Berbasis Project Based Learning (Pjbl) Pada Pembelajaran Ipa Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V Sekolah Dasar," 294.

¹¹ Almuzhir, "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Dapat Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas IX Semester Ganjil Pada Bimbingan TIK Tentang Penggunaan Dasar Internet Atau Intranet Di SMP Negeri 1 Marisa Tahun Pelajaran 2021/2022," *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian 2*, no. 2 (2022): 426–27.

- 6) Kesulitan seluruh peserta didik untuk berpartisipasi dalam kerja kelompok.¹²

Adapun tahapan pada model pembelajaran berbasis *Project Based Learning* antara lain:¹³

- 1) Memberikan peserta didik pertanyaan mendasar
Pada saat guru memulai memberikan pertanyaan mendasar, terdapat permasalahan yaitu peserta didik kurang mampu menjawab soal yang diajukan guru. Guru dapat memilih topik yang sesuai dengan kenyataan dunia nyata dan memulai dengan memulai kajian menyeluruh terhadap pertanyaan penting yang diajukan untuk memperoleh pengetahuan tentang topik proyek yang diangkat.
- 2) Perancangan Proyek
Saat perancangan proyek, guru meminta peserta didik membahas rencana perancangan proyek dengan kelompoknya masing-masing. Guru harus memperhatikan peserta didik agar proses diskusi berjalan dengan lancar.
- 3) Penyusunan jadwal aktivitas
Saat menyusun jadwal aktivitas, guru hendaknya mengawasi peserta didik dalam menyelesaikan proyek sehingga peserta didik disiplin dalam mengikuti jadwal pembuatan proyek. Jadwal ini dibuat untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk melaksanakan proyek.
- 4) Pelaksanaan proyek
Pada tahap pelaksanaan proyek, guru hendaknya memberikan arahan dan mengawasi setiap tugas proyek yang telah diberikan kepada peserta didik supaya dikerjakan sendiri. Apabila peserta didik merasa kesulitan dalam pengerjaan proyek dapat bertanya kepada guru.¹⁴
- 5) Menguji Hasil
Produk yang telah dikerjakan peserta didik kurang maksimal, karena keterbatasan waktu sehingga peserta didik terburu-buru menyelesaikan proyek. Solusinya yaitu guru dapat menggabungkan dua materi menjadi satu

¹² Ibid.

¹³ Nadia Ulfa Dinda and Elfia Sukma, "Analisis Langkah-Langkah Model Project Based Learning (PjBL) Pada Pembelajaran Tematik Terpadu di Sekolah Dasar Menurut Pandangan Para Ahli (Studi Literatur)," *Journal of Basic Education Studies* 4, no. 2 (2021): 49–51.

¹⁴ Ibid., 51.

proyek sehingga guru dapat menentukan alokasi jam yang dapat digunakan untuk membuat proyek. Penilaian dilakukan untuk membantu guru mengukur pencapaian standar yang berfungsi sebagai penilaian terhadap kemajuan setiap peserta didik, memberikan *feedback* mengenai tingkat pemahaman yang telah dicapai peserta didik.

6) Evaluasi

Guru dan peserta didik dapat mengevaluasi hasil proyek yang telah diselesaikan. evaluasi dapat dilakukan secara individu maupun kelompok. Guru dapat memotivasi peserta didik sehingga dapat menciptakan hubungan harmonis antara peserta didik dan guru. Selain itu guru dapat memberikan *reward* untuk menarik perhatian peserta didik.¹⁵

c. Bahan Ajar

Bahan ajar adalah sumber belajar yang membuat informasi lebih mudah diakses oleh peserta didik dalam pembelajaran.¹⁶ Bahan ajar ialah pendukung guru dalam melakukan kegiatan belajar mengajar yang berisi materi dan disusun dengan runtut sehingga membuat suasana yang baik ketika pembelajaran berlangsung. Dengan adanya bahan ajar, peserta didik dapat melakukan pembelajaran dengan mandiri tanpa atau adanya guru. Guru bertindak sebagai orang yang memfasilitasi peserta didik dan mengarahkan proses pembelajaran peserta didik. Bahan ajar memfokuskan pada kegiatan pembelajaran peserta didik yang berguna agar peserta didik bersemangat dalam pembelajaran.¹⁷

Bahan ajar adalah bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan pembelajaran.¹⁸ Bahan ajar dalam kegiatan belajar mengajar dapat memberikan beberapa keuntungan. Berikut ini keuntungan dari penggunaan bahan ajar dalam pembelajaran:

¹⁵ Ibid., 49–51.

¹⁶ Intan Permatasari, Agus Ramdani, and Abdul Syukur, “Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Inkuiri Terintegrasi SETS (Science, Environment, Technology, and Society) Pada Materi Sistem Reproduksi Manusia,” *Jurnal Pijar MIPA* 13, no. 3 (2019): 74.

¹⁷ Rizki Umi Nurbaeti, “Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Problem Based Learning Untuk Siswa Kelas V Sekolah Dasar,” *Jurnal Cakrawala Pendas* 5, no. 1 (n.d.): 54.

¹⁸ Baiq Sri Komala Sari, A. Wahab Jufri, and Didik Santoso, “Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Literasi Sains,” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 5, no. 2 (2019): 2019.

- 1) Melibatkan peserta didik ketika proses pembelajaran sehingga meningkatkan kreativitas peserta didik.
- 2) Materi yang dipelajari dalam bahan ajar membuat peserta didik menjadi lebih memahami proses pembelajaran.
- 3) Peserta didik menjadi lebih aktif dalam pembelajaran dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah.¹⁹

2. *Ecoprinting* pada Materi *Kingdom Plantae*

a. *Ecoprinting*

Ecoprinting berasal dari dua kata yaitu “*Eco*” yang berarti alam dan “*Print*” yang berarti mencetak. Dengan menggunakan teknik ini terciptalah karya seni dengan menggunakan bahan alam sebagai pewarna dan corak. Teknik *ecoprinting* menggunakan batang, daun, akar, buah dan bunga tanaman. Tujuan dari teknologi *ecoprinting* yaitu menciptakan produk yang memiliki nilai jual yang tinggi dengan memanfaatkan potensi alam yang ada di lingkungan sekitar. Perkembangan lebih lanjut dari teknologi *ecoprinting* yaitu membawa sesuatu yang baru bagi dunia *fashion*.²⁰

Ecoprinting adalah teknik pewarnaan alami yang dilakukan dengan menempelkan bagian dari tumbuhan seperti daun, bunga, batang pada permukaan kain.²¹ Teknik *ecoprinting* sangat mudah dilakukan karena tidak menggunakan mesin dalam proses pembuatannya dan bersifat ramah lingkungan. *Ecoprinting* bisa menggunakan tanaman seperti daun jati, daun sukun, daun jambu biji, daun kakao, daun kayu putih pelangi, daun jati kebon, bunga kenikir, bunga sepatu, bunga wora, bunga alamanda, bunga petra menggala. Selain itu tanaman yang dapat digunakan untuk mewarnai kain antara lain kunyit, akar mengkudu, teh, daun nila, kulit soga tingi, kayu tegeran, kulit kayu soga jambal, kesumba, daun jambu biji.²²

¹⁹ Asrizal, Festiyed, and Ramadhan Sumarmin, “Analisis Kebutuhan Bahan Ajar IPA Terpadu Bermuatan Literasi Era Digital Untuk Pembelajaran Siswa SMP Kelas VIII,” *Jurnal Eksakta Pendidikan* 1, no. 1 (2017): 3.

²⁰ Septian Ragil Anandita et al., “Pelatihan Pembuatan Ecoprinted Totebag sebagai Materi Prakarya Ramah Lingkungan bagi Siswa Sekolah Dasar,” *Jumat Pendidikan: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 4, no. 2 (2023): 62.

²¹ Ainur Rosida and Totok Wartiono, “Pelatihan Eco-Print Kain Kapas/Cotton Pada Siswa Smk Tekstil Pedan” 1, no. 2 (2021): 42.

²² Sutrisni Andayani and Sudarman Dami, “Pelatihan Pembuatan Ecoprint Menggunakan Teknik Steam Di Hadimulyo Timur,” *Sinar Sang Surya (Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat)* 6, no. 1 (2022): 32–33.

Proses pembuatan *ecoprinting*, terdapat dua teknik pencetakan yaitu menggunakan teknik *steam* dan teknik *pounding*. Teknik *stem* adalah teknik yang awal pengerjaannya dilakukan dengan memberihkan kain dari kotoran atau yang biasa disebut dengan *mordanting*. Kemudian, siapkan pewarna dari bahan alam dan merendam daunnya dalam larutan cuka. Hal tersebut dilakukan untuk melepaskan pewarna dari daun sebanyak mungkin.²³ Kemudian, apabila pewarna sudah siap, bentangkan kain yang sudah dibersihkan dan tempelkan daun yang sudah direndam ke dalam larutan cuka. Setelah itu bungkus dengan pipa paralon dan ikat menggunakan tali. Tahap terakhir yaitu mengukus kain selama 2 jam. Berikut ini tahapan-tahapan dari proses pembuatan *ecoprinting* menggunakan teknik *steam*:

- 1) *Scouring* (Pencucian)
Scouring adalah tahapan yang dilakukan dengan perendaman kain menggunakan detergen dengan waktu 15 menit dan mencucinya. *Scouring* bertujuan untuk memberihkan kotoran dan lilin yang masih menempel pada kain.
- 2) *Mordanting*
Mordanting merupakan tahapan yang dilakukan dengan perendaman larutan tawas, cuka dan minyak zaitun dengan waktu 2 jam. Setelah melalui tahapan *mordanting*, kain direndam menggunakan pewarna alami selama 1 jam.
- 3) Penyusunan tanaman pada kain
 Penyusunan dilakukan dengan menyusun bunga, daun, dan batang tanaman di atas permukaan kain yang sudah dilapisi plastik, kemudian ditekan, dilipat, digulung, dan diikat pada tali.
- 4) Pengukusan
 Pengukusan merupakan tahapan yang dilakukan dengan mengukus kain yang telah diikat dalam waktu 2 jam untuk mendapatkan warna dan motif tanaman.²⁴

²³ Faridatun, "Ecoprint; Cetak Motif Alam Ramah Lingkungan," *Jurnal Prakarsa Paedagogia* 5, no. 1 (2023): 231.

²⁴ Andayani and Dami, "Pelatihan Pembuatan Ecoprint Menggunakan Teknik Steam Di Hadimulyo Timur," 35.

Selain teknik *Steam*, proses pembuatan *ecoprinting* juga dapat menggunakan teknik *pounding*. Teknik *pounding* merupakan teknik yang melibatkan pembuatan pola daun atau bunga pada kain dengan cara memukul susunan daun dengan palu. Palu tersebut diletakkan di atas kain yang telah diberi daun dan dilapisi plastik untuk menghasilkan warna. Teknik pemukulan dilakukan dari tepi daun hingga sepanjang alur, batang, dan daun.²⁵

Teknik *pounding* pada pembuatan *ecoprinting* hanya berfokus pada cara penumbukan daun yang baik dan benar. Pada saat proses penumbukan, sebaiknya memperhatikan jarak pada saat mengangkat palu, yaitu tidak terlalu tinggi tapi harus diletakkan pada posisi mendatar agar perpindahan pigmen warna merata pada kain. Pada posisi daun, hendaknya posisi daun yang ditumbuk adalah daun bagian bawah yang menempel pada permukaan kain. Hal tersebut dilakukan untuk memperoleh motif daun yang bagus dan kelihatan secara sempurna. Proses *pounding* dilakukan dengan melapisi susunan daun dengan menggunakan plastik mika. Hal tersebut bertujuan untuk melindungi daun dari pemukulan secara langsung.²⁶ Plastik mika yang digunakan dalam teknik *pounding* sebaiknya yang transparan dan tipis tetapi kuat dan tidak mudah sobek. Adapun tahapan dari teknik *pounding* sebagai berikut:

- 1) Bentangkan kain dan susun daun, bunga dan batang di atasnya. Pastikan tulang daun berada di bawah kain.
- 2) Letakkan plastik mika di atas kain.
- 3) Pukul secara merata daun, bunga, dan batang sehingga benar-benar menempel dengan sempurna.
- 4) Jika pola sudah terlihat, diamkan selama 15 menit, kemudian angkat daun, bunga dan batang.
- 5) Diamkan kain selama 30 menit supaya warna dapat meresap dengan baik.
- 6) Setelah warna meresap dengan baik, rendam kain menggunakan larutan tawas selama 10-15 menit. Kemudian jemur tanpa diperas.
- 7) Setelah kering, rendam kembali kain dengan menggunakan larutan tawas selama 1 jam lalu dijemur

²⁵ Ibid.

²⁶ Susy Irma Adisurya et al., "Penerapan Ecoprint Dengan Metode Pounding Pada Produk Bernilai Jual Bagi Remaja Karang Taruna" 09 (2023): 1062.

dibawah sinar matahari. Proses ini bertujuan untuk menghindari kain mengalami pelunturan saat dicuci.²⁷

b. *Kingdom Plantae*

Kingdom plantae adalah kingdom yang secara taksonomi berbeda dari *kingdom animalia*, *protista*, *fungi* dan *monera*. *Kingdom plantae* mempunyai ciri-ciri seperti memiliki banyak sel, eukariotik multiseluler, memiliki dinding sel, memiliki kemampuan membuat makanannya sendiri karena mengandung klorofil melalui proses fotosintesis.²⁸ Tumbuhan yang memiliki banyak sel adalah semua tumbuhan yang dilihat menggunakan mata telanjang karena ukurannya yang besar. Dinding sel tumbuhan berfungsi untuk melindungi tumbuhan. Tumbuhan memiliki sifat *autotrof* atau dapat membuat makanan sendiri. Sedangkan pada hewan atau *animalia* bersifat *heterotrof* atau tidak bisa membuat makanan sendiri. Hal inilah yang membedakan antara *kingdom plantae* dan *kingdom animalia*.²⁹ *Kingdom plantae* terbagi menjadi 3 *fillum* diantaranya:

1) *Pteridophyta* (tumbuhan paku)

Pteridophyta adalah tumbuhan yang memiliki kormus karena mempunyai batang, akar dan daun sejati serta memiliki *xilem* dan *floem*. Tumbuhan paku hidup di lingkungan lembab, berbagai lokasi di perairan, dan menempel pada permukaan batuan, tanah maupun di pepohonan. Tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang mengalami metagenesis atau pergiliran keturunan. Tumbuhan paku terdiri dari dua tahap yaitu tahap gametofit dan sporofit, pada tahap gametofit mempunyai umur yang lebih pendek dibandingkan dengan tahap sporofit.³⁰ Spora yang jatuh ke tanah akan berkembang

²⁷ Rosida and Wartiono, "Pelatihan Eco-Print Kain Kapas/Cotton Pada Siswa Smk Tekstil Pedan," 43–44.

²⁸ Didik Kurniawan, "Pengembangan Aplikasi Sistem Pembelajaran Klasifikasi (Taksonomi) dan Tata Nama Ilmiah (Binomial Nomenklatur) pada Kingdom Plantae (Tumbuhan) Berbasis Android," *Jurnal Komputasi* 3, no. 2 (2015): 121.

²⁹ Sauki Fadlillah Nurus Sobah, Irma Yuniar Wardhani, and IAIN Kudus, "Pengembangan Modul Taksonomi Tumbuhan sebagai Bahan Ajar Materi Plantae pada Pembelajaran Biologi SMA/MA," *Journal Of Biological Education* 2, no. 1 (2022): 34.

³⁰ Miza Nina Adlini et al., "Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Universitas Islam Negeri (UIN) Sumatera Utara Identification of Ferns (Pteridophyta) in Universitas Islam Negeri (UIN) Sumatera Utara," *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati* 6, no. 2 (2021): 88.

menjadi *protalium*. *Protalium* merupakan generasi yang menghasilkan gamet dan akan membentuk anteridium yang akan menghasilkan *spermatozoid* dan *arkegonium* yang menghasilkan sel telur. Apabila sperma dan sel telur bertemu, maka akan terbentuk zigot diploid sehingga akan menjadi tumbuhan paku.³¹ Tumbuhan paku memiliki empat kelas diantaranya:³²

a) *Psilophytinae* / paku purba

Psilophytinae adalah salah satu paku yang sebagian besar telah punah, tidak memiliki daun atau memiliki daun yang kecil atau mikrofil, dan ada yang tidak memiliki akar.

b) *Lycopodinae* / paku kawat

Lycopodinae adalah salah satu tumbuhan paku yang mempunyai batang dan akar bercabang, mempunyai daun kecil atau makrofil, tidak mempunyai tangkai. Dari beberapa spesies *lycopodinae* mempunyai ligula atau lidah daun, daun yang tersusun rapat membentuk spiral.

c) *Equisetinae* / paku ekor kuda

Equisetinae adalah salah satu tumbuhan paku yang memiliki suka hidup di tempat yang lembab, mempunyai daun yang kecil, memiliki batang yang bercabang dan nampak berbuku-buku dan beruas-ruas.

d) *Filicinae* / paku sejati

Filicinae adalah salah satu tumbuhan paku yang memiliki daun besar atau makrofil, daun muda ujungnya melengkung, terdapat sporangium pada bagian bawah daun.³³

2) *Bryophyta* / Lumut

Bryophyta adalah tumbuhan yang mempunyai kekerabatan yang cukup erat dengan ganggang hijau. Lumut terdiri dari dua tahapan yaitu tahap gametofit dan tahap sporofit. *Bryophyta* termasuk kedalam kategori tumbuhan yang tidak berpembuluh dan tidak

³¹ Daniah Wahyuningsih et al., “Studi Kelimpahan Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Wisata Air Terjun Desa Riamau,” *Jurnal Sains Dan Terapan* 2, no. 1 (2023): 3.

³² Tjitrosoepomo, *Taksonomi Tumbuhan*, 3rd ed. (Gadjah Mada University Press, 1991).

³³ *Ibid.*

menghasilkan biji. Untuk mengangkut air dan mineral, tumbuhan lumut memiliki jaringan sederhana yang dikhususkan untuk mengangkut air, nutrisi, dan makanan yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan tumbuhan lumut tidak memiliki pembuluh jaringan. Selain itu, tumbuhan lumut juga tidak memiliki akar, batang dan daun sejati. Secara umum, *bryophyta* dibagi menjadi 3 jenis diantaranya:³⁴

a) *Anthocerotae* / Lumut Tanduk

Anthocerotae merupakan jenis lumut yang paling jelas berdasarkan bentuk tubuhnya. *Anthocerotae* mempunyai ciri struktur dengan adanya spora yang berbentuk tanduk, dengan organ seksual yang menyatu menjadi suatu tubuh yang disebut dengan thallus. Selama reproduksi, *anthocerotae* terus menerus mengeluarkan spora dari sporangiumnya yang kemudian akan berkembang menjadi lumut tanduk baru.³⁵

b) *Hepaticae* / Lumut Hati

Hepaticae mempunyai alat penghasil spora dengan kaki penyangga yang disebut dengan seta dan dilindungi oleh struktur yang disebut dengan elater. *Hepaticae* mempunyai sifat gametofit, tetapi sebagian besar mempunyai daun yang tersusun dalam dua baris atau tiga baris. Organ seksual biasanya tidak mencolok dan biasanya terletak di permukaan. Daun biasanya berlubang dan tidak memiliki pelepah dan seluruh daun terdiri dari satu sel tebal.³⁶

c) *Musci* / Lumut Daun

Musci merupakan bagian tumbuhan yang tidak mempunyai pembuluh dan tumbuhan berspora yang tergolong dalam golongan *bryophyta* atau sering disebut lumut sejati. *Musci* memiliki bentuk tubuh yang kecil, memiliki batang, akar dan daun. *Musci* adalah kelompok tumbuhan lumut yang memiliki

³⁴ Marheny Lukitasari, *Mengenal Tumbuhan Lumut (Bryophyta), Deskripsi, Klasifikasi, Potensi Dan Caraempelajarinya* (Magetan Jawa Timur: CV. Ae Media Grafika, n.d.), 9–18.

³⁵ Ibid.

³⁶ Ibid.

varietas terbanyak yaitu kurang lebih 12.000 varietas yang tersebar di seluruh dunia.³⁷

3) *Spermatophyta* / tumbuhan berbiji

Spermatophyta adalah tumbuhan yang termasuk ke dalam kormus sejati. Hal ini dikarenakan dapat terdapat akar, daun dan batang secara jelas. *Spermatophyta* adalah tumbuhan yang memiliki ciri khas yaitu berupa biji. *Spermatophyta* dibedakan menjadi tiga diantaranya:³⁸

a) *Gymnospermae* / tumbuhan berbiji terbuka

Gymnospermae adalah tumbuhan yang bakal bijinya tidak terlindung oleh daun buah. *Gymnospermae* pada umumnya berupa pohon yang memiliki kambium sehingga dapat tumbuh menjadi besar. *Gymnospermae* memiliki akar, batang dan daun yang sejati. Tumbuhan berbiji terbuka memiliki alat kelamin yang terpisah yaitu serbuk sari berada di strobilus jantan sedangkan sel telur terdapat di strobilus betina.³⁹

b) *Angiospermae* / tumbuhan berbiji tertutup

Angiospermae adalah tumbuhan yang bakal bijinya terlindung oleh bakal buah. Berdasarkan jumlah keping bijinya, *angiospermae* dibagi menjadi dua yaitu monokotil dan dikotil. Monokotil memiliki ciri-ciri seperti berakar serabut, batangnya tidak berkambium, daunnya sejajar, memiliki bunga dengan kelipatan tiga, memiliki berkas pengangkut yang tersebar pada batang. Sedangkan pada tumbuhan dikotil mempunyai ciri-ciri seperti berakar tunggang, batangnya berkambium, daunnya menyirip, memiliki bunga dengan kelipatan 2, 4, dan 5, berkas pengangkutnya tersusun rapi mengelilingi batang.⁴⁰

Dalam Al-Qur'an terdapat beberapa ayat yang membahas tentang tumbuhan, salah satunya pada QS. Thaha ayat 53.

³⁷ Ibid.

³⁸ Rizka Oktafiani, Amin Retnoningsih, and Talitha Widyatningrum, *E-Book Tumbuhan Berbiji Dengan Pendekatan Saintifik Dan Kontekstual* (Semarang: Unnes Press, 2020), 33–45.

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Ibid.

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَوَّلَ لَكُم فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّى

Artinya: “Dia yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan, maka kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis- jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam” (QS.Thaha:53)

Surah Thaha ayat 53 diatas menjelaskan bahwa Allah menumbuhkan bermacam-macam tumbuhan yang menjadikan bumi menjadi hamparan. Pada kata أَزْوَاجًا mempunyai arti aneka tumbuhan sehingga dipahami sebagai jenis-jenis tumbuhan yang beraneka ragam seperti tumbuhan tingkat tinggi yaitu monokotil dan dikotil dan tumbuhan tingkat rendah yaitu lumut dan dan jamur.⁴¹

B. Penelitian Terdahulu

Perbedaan penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1
Penelitian Terdahulu

No	Nama peneliti	Judul	Hasil	Perbedaan
1.	Wiwied Sriwindari , Triana Asih, Rasuane Noor. ⁴²	Pengembangan E-Modul Berbasis PjBL (Project Based Learning) Materi Daur Ulang Limbah Untuk Mengembangkan Berpikir Kreatif Siswa	Hasil penelitian menghasilkan an e-modul pembelajaran berbasis PjBL yang layak digunakan dalam pembelajaran	Pada penelitian ini meneliti e-modul berbasis PjBL materi <i>kingdom plantae</i> , sedangkan penelitian terdahulu

⁴¹ Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah* (Jakarta: Lentera Hati, 2002), 317–18.

⁴² Wiwied Sriwindari, Triana Asih, and Rasuane Noor, “Pengembangan E-Modul Berbasis Pjbl (Project Based Learning) Materi Daur Ulang Limbah Untuk Mengembangkan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X SMA,” 2022.

No	Nama peneliti	Judul	Hasil	Perbedaan
		Kelas IX SMA.	n.	meneliti e-modul berbasis PjBL materi daur ulang limbah
2.	Putu Lusi Antari, I Wayan Widiana, I Made Citra Wibawa ⁴³	Modul Elektronik Berbasis <i>Project Based Learning</i> Pembelajaran IPAS untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar.	Hasil penelitian menghasilkan an e-modul berbasis PjBL yang valid dan efektif dalam meningkatkan hasil pembelajaran n.	Pada penelitian ini meneliti penggunaan e-modul di SD sedangkan penelitian terdahulu meneliti penggunaan e-modul di SMP/MTs.
3.	I Dewa Gede Agung, I Nyoman Suwardana, Ni Ketut Rapi. ⁴⁴	E-modul IPA dengan Model STEM-PjBL Berorientasi Pendidikan Karakter untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa.	Hasil penelitian menunjukkan an bahwa penggunaan e-modul IPA berbasis STEM-PjBL dinyatakan sangat valid dan efektif untuk meningkatk	Pada penelitian ini menggunakan model PjBL sedangkan penelitian terdahulu menggunakan model STEM-PjBL.

⁴³ Putu Lusi Antari, I Wayan Widiana, and I Made Citra Wibawa, "Modul Elektronik Berbasis Project Based Learning Pembelajaran IPAS Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran* 7, no. 2 (2023): 272.

⁴⁴ I Dewa Gede Agung, I Nyoman Suardana, and Ni Ketut Rapi, "E-Modul IPA dengan Model STEM-PjBL Berorientasi Pendidikan Karakter untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa," *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*. 6, no. 1 (2021): 129.

No	Nama peneliti	Judul	Hasil	Perbedaan
			an hasil belajar siswa dan mampu meningkatkan karakter sisiwa.	
4.	Herry Novis Damayanti. ⁴⁵	Pengembangan Bahan Ajar <i>Ecoprint</i> Berbasis TPACK Pada Pembelajaran Matematika Materi Tranformasi di SMAN 1 Klaten.	Hasil penelitian menunjukkan bahan ajar <i>ecoprinting</i> berbasis TPACK mendapatkan respon yang baik oleh peserta didik dan masuk dalam kategori baik.	Pada penelitian ini mengembangkan e-modul <i>ecoprinting</i> berbasis PjBL sedangkan pada penelitian terdahulu mengembangkan bahan ajar <i>ecoprinting</i> berbasis TPACK.
5.	Slamet Widiantor ⁴⁶	Pengembangan Pembelajaran <i>Ecoprint</i> untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 di Sekolah Dasar.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PjBL <i>ecoprinting</i> dapat meningkatkan keterampilan	Pada penelitian ini mengembangkan model PjBL pada pembuatan <i>ecoprinting</i> di SMP/MTs. Sedangkan pada

⁴⁵ Herry Novis Damayanti, "Pengembangan Bahan Ajar *Ecoprint* Berbasis TPACK Pada Pembelajaran Matematika Materi Transformasi Di SMAN 1 Klaten," *Prosiding Seminar Nasional Pembelajaran Matematika*, 2022, 28.

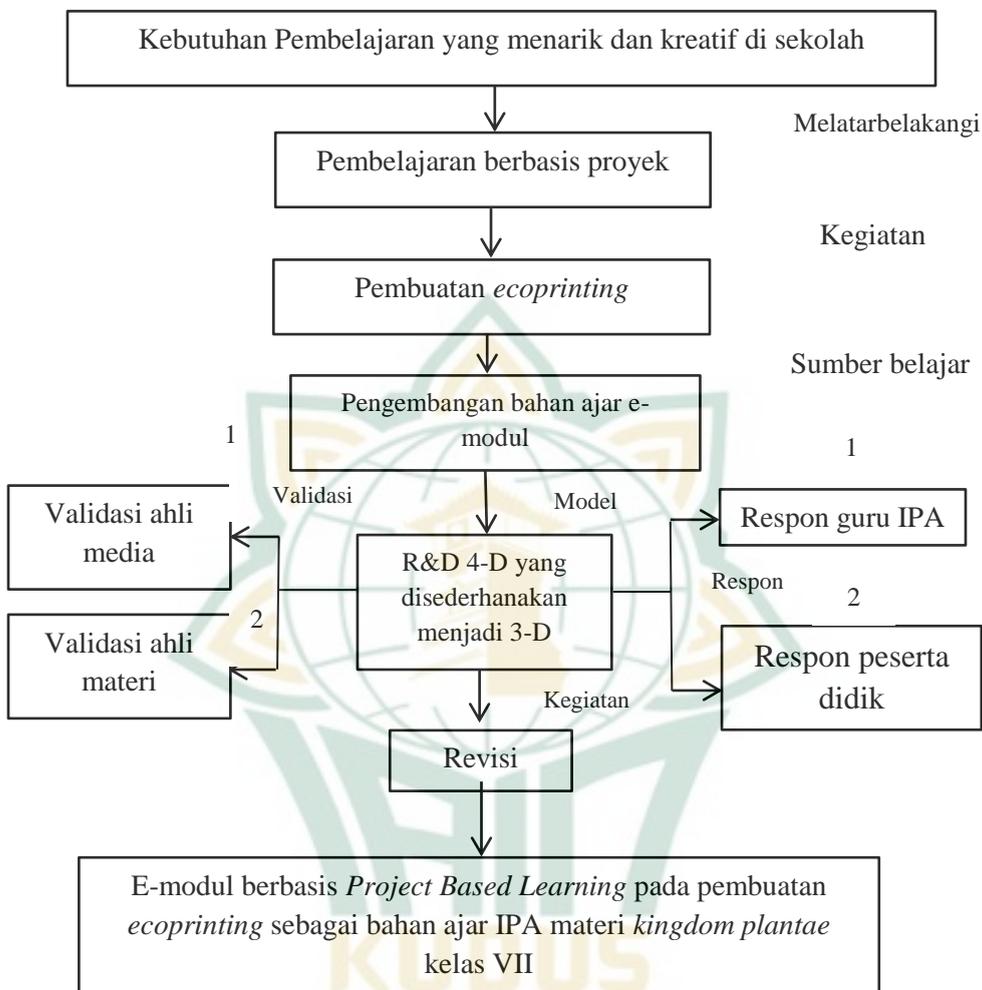
⁴⁶ Widiantor, "Pengembangan Model Pembelajaran *Ecoprint* Untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Di Sekolah Dasar," 777.

No	Nama peneliti	Judul	Hasil	Perbedaan
			n 4C.	penelitian terdahulu mengembangkan modul berbasis PjBL pada pembuatan <i>ecoprinting</i> di SD.

Tabel 2.1 menjelaskan bahwa penelitian ini merupakan penelitian yang dapat menguatkan penelitian terdahulu. Pada penelitian ini dan penelitian terdahulu terdapat beberapa perbedaan diantara keduanya yaitu pada materi yang digunakan dan sasaran penelitian, maupun model pembelajaran yang digunakan. Pada penelitian ini lebih membahas proyek pembuatan *ecoprinting* pada materi *kingdom plantae*. Sedangkan pada penelitian terdahulu belum ada yang membahas tentang materi *kingdom plantae* pada pembuatan *ecoprinting*. Selain itu, pada penelitian ini akan mengembangkan e-modul dengan menggunakan model pembelajaran berbasis PjBL.

C. Kerangka Berpikir

Umumnya, proses belajar yang dilakukan di sekolah hanya mempelajari materi pelajaran saja. Pembelajaran tersebut membuat peserta didik menjadi membosankan dan tidak memahami pembelajaran secara menyeluruh. Dari permasalahan tersebut, diperlukan suatu kegiatan yang lebih menarik dan inovatif. Salah satu kegiatan belajar yang membuat peserta didik menjadi aktif yaitu dengan melakukan kegiatan proyek. Kegiatan proyek membuat peserta didik dapat memecahkan suatu permasalahan. Salah satu kegiatan proyek yang dapat dilakukan oleh peserta didik adalah pada materi *kingdom plantae* pembuatan *ecoprinting*. Kegiatan proyek tersebut dapat dijadikan sebuah modul yang dapat menunjang pembelajaran peserta didik dalam pembelajaran. Gambar bagan yang menjelaskan kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir