

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Deskripsi E-Modul

Bahan ajar merupakan komponen penting penunjang proses pembelajaran. Suatu bahan ajar atau materi pembelajaran (*instructional materials*) termuat pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dikuasai oleh peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran sebagai standar kompetensi yang telah ditentukan dalam proses pembelajaran. Pengetahuan (fakta, konsep, prinsip, prosedur), keterampilan, dan sikap atau nilai yang harus dikuasai peserta didik dengan tujuan untuk mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan merupakan macam-macam dari jenis bahan ajar.¹ Sehingga dapat dinyatakan bahwa bahan ajar merupakan berbagai bahan yang digunakan guru ketika melakukan proses kegiatan belajar mengajar untuk mencapai suatu standar kompetensi tertentu sebagai tujuan akhir dari proses pembelajaran yang dilakukan.

Modul menjadi salah satu bahan ajar yang sering dijumpai dalam proses pembelajaran. Modul termasuk paket bahan ajar yang terdiri atas serangkaian pengalaman kegiatan pembelajaran yang direncanakan dan dirancang secara runtut sebagai media yang dapat membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajarannya secara mandiri.² Implementasi modul sebagai suatu bahan ajar dalam proses pembelajaran membantu peserta didik menyelesaikan kegiatan belajar secara mandiri. Selain itu, melalui modul peserta didik memiliki pedoman untuk mengukur kemampuan diri sendiri, melakukan evaluasi secara mandiri serta mampu menentukan tindakan apa yang selanjutnya harus dilakukan dalam proses pembelajarannya.

¹ Badan Standar Nasional Pendidikan, *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah: Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SMA/MA* (Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan, 2006).

² Mulyasa, *Kurikulum Berbasis Kompetensi: Konsep, Karakteristik, dan Implementasi* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2004).

Sebuah modul dapat dikatakan baik apabila mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Hal tersebut menyebabkan penggunaan modul sangat penting sebagai penunjang proses pembelajaran. Ciri-ciri dari modul sebagai bahan ajar yang baik adalah sebagai berikut:³

a. *Self Instruction*

Penggunaan modul membantu peserta didik belajar secara mandiri dan tidak bergantung pada keberadaan seorang guru.

b. *Self Contained*

Modul yang *self contained* apabila semua materi pembelajaran yang diperlukan tersaji di dalamnya. Hal tersebut sebagai cara untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik agar menguasai materi pembelajaran yang dibutuhkan secara keseluruhan dalam satu paket bahan ajar karena semuanya sudah termuat dalam modul tersebut.

c. *Stand Alone*

Modul dikatakan *Stand alone* yang memiliki arti “berdiri sendiri” apabila modul tersebut tidak bergantung pada bahan ajar atau modul lain, atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan bahan ajar atau modul lain. Hal ini memungkinkan peserta didik menyelesaikan kegiatan pembelajaran serta tugas-tugas dalam modul tanpa memerlukan modul lain sebagai pendampingnya.

d. *Adaptif*

Modul yang *adaptif* adalah modul yang berorientasi pada perkembangan ilmu dan teknologi terbaru. Sehingga modul tersebut tidak dianggap ketinggalan zaman. Modul hendaknya mengikuti perkembangan zaman yang ada saat ini.

e. *User Friendly*

Sebuah modul dikatakan baik apabila modul tersebut bersifat *user friendly* atau bersahabat atau akrab dengan pemakainya atau *user*. Setiap petunjuk, materi maupun informasi yang ditampilkan memiliki sifat membantu dan bersahabat dengan penggunaannya. Bersahabat dengan pemakai maksudnya modul tersebut mudah digunakan, dimengerti dan diakses penggunaannya. Bentuk bersahabat dengan pemakai meliputi penggunaan bahasa yang sederhana, komunikatif, serta tidak banyak menggunakan istilah asing yang sulit dimengerti.

Modul dapat berupa dalam bentuk cetak maupun tidak yaitu dalam bentuk Elektronik Modul (E-Modul). E-Modul

³ Depdiknas, *Teknik Penyusunan Modul*.

memiliki kelebihan dibandingkan dengan penggunaan modul bentuk cetak yang selama ini lebih sering digunakan. E-Modul disesuaikan dengan perkembangan zaman yang memungkinkan media ini dapat digunakan kapan saja dan dimana saja dengan syarat gadget masih terkoneksi dengan internet. E-Modul menjadi pilihan yang praktis untuk proses pembelajaran. Pengguna tidak harus belajar secara monoton di dalam ruang kelas dengan mendengarkan penjelasan guru saja, namun melalui e-modul pengguna dapat belajar kapan saja dan dimana saja dengan komponen-komponen yang lebih menarik. Sehingga pemahaman terhadap isi materi menjadi lebih meningkat.

2. Model Pembelajaran *Creative Problem Solving* (CPS)

Creative Problem Solving atau disingkat dengan CPS merupakan strategi menyelesaikan masalah dengan cara berpikir kreatif pertama kali diperkenalkan oleh Alex Osborn, kemudian dikembangkan oleh Ishaken dan Trefinger yang mengembangkan sintaksnya. Mitchell dan Kowalik (1999) berpendapat bahwa, “*Creative Problem Solving (CPS) is a process, method, or system for approaching a problem in an imaginative way and resulting in effective action*”. Dari pendapat Mitchell dan Kowalik tersebut didapatkan bahwa sebuah proses, metode, atau sistem yang digunakan untuk menyelesaikan masalah secara imajinatif dan menciptakan tindakan efektif untuk mengatasinya merupakan pengertian dari *Creative Problem Solving*.⁴ Model *Creative Problem Solving* (CPS) merupakan sebuah model pembelajaran yang berorientasi pada kemampuan penyelesaian masalah memanfaatkan kemampuan kreatifitas.⁵ Berdasarkan pengertian yang dikemukakan para ahli tersebut dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa model pembelajaran yang menekankan pada strategi penyelesaian masalah menggunakan keterampilan berpikir kreatif disebut sebagai model *Creative Problem Solving* (CPS).

Karakteristik yang dijadikan landasan utama dalam menerapkan model CPS sering disingkat dengan kata OFPISA.⁶

⁴ Guntur Maulana Muhammad, Ari Septian, Dan Mastika Insani Sofa, “Penggunaan Model Pembelajaran *Creative Problem Solving* Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Peserta didik,” *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika* 7, No. 3 (30 September 2018): 318.

⁵ Sondra Swestyani, Mohammad Masyuri, dan Baskoro Adi Prayitno, “Pengembangan Modul IPA Berbasis *Creative Problem Solving* (CPS) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik,” *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi* 6, no. 2 (1 April 2017): 37.

⁶ Huda, *Model-Model Pengajaran dan Pembelajaran*.

Setiap kata tersebut mewakili poin-poin di bawah ini dan didalamnya terdapat kegiatan-kegiatan tertentu. Adapun secara lebih rinci penjelasannya adalah berikut ini:

- a. *Objective Finding* (Menemukan Situasi)
Pada tahap ini disajikan sebuah fakta atau sebuah fenomena untuk diidentifikasi kemunculan permasalahan di dalamnya.
- b. *Fact Finding* (Menemukan Fakta)
Dilakukan pengumpulan fakta-fakta terkait dengan fenomena yang memunculkan permasalahan pada tahap ini.
- c. *Problem Finding* (Menemukan Masalah)
Peserta didik diminta untuk mengidentifikasi masalah yang perlu dicari solusinya pada tahap ini.
- d. *Idea Finding* (Menemukan Gagasan)
Dalam tahap ini diberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pendapat-pendapat yang diasumsikan dapat dijadikan sebagai solusi dari permasalahan.
- e. *Solution Finding* (Menemukan Solusi)
Pada tahap ini pendapat-pendapat yang terkumpul diseleksi untuk ditemukan pendapat paling tepat yang dapat dijadikan solusi dari permasalahan.
- f. *Acceptance Finding* (Menemukan Penerimaan)
Pada tahap ini diperoleh penerimaan atas solusi paling tepat yang telah dipilih untuk menyelesaikan permasalahan, kemudian disusun suatu rencana tindakan untuk mengimplementasikan solusi tersebut.⁷

Kelebihan dari penggunaan model pembelajaran CPS yaitu memberikan pelatihan kepada peserta didik kemampuan merancang sebuah temuan, berpikir, dan bertindak kreatif, peserta didik mampu menemukan solusi permasalahan yang dihadapi secara nyata, dan mengembangkan kemampuan kreatifitas peserta didik. Model pembelajaran CPS berorientasi pada strategi penyelesaian masalah dan memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk menemukan penyelesaian yang tepat, sehingga dapat merangsang peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik, dan membantu peserta didik dalam menggunakan pengetahuan yang dimiliki untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari.⁸

⁷ Wiliam E Mitcell dan Thomas F Kowalik, *Creative Problem Solving*, 3 (Genigraphics Inc, 1989), 4.

⁸ A.F. Rahman dan M Maslianti, "Pengaruh Model Creative Problem Solving (CPS) dalam Pembelajaran Matematika terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif pada Peserta didik Sekolah Menengah Pertama," *EDU-MAT* 3, no. 1 (2015).

Dalam pengembangannya, model pembelajaran CPS pada awalnya sintaks atau langkah-langkah pembelajaran disesuaikan dengan enam karakteristiknya. Namun, langkah-langkah atau sintaks model pembelajaran mengalami diperbaharui oleh Pepkin dalam Fifin Alvian.⁹ Langkah-langkah atau sintaks tersebut secara lebih rinci dijelaskan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Langkah-Langkah Model Pembelajaran CPS

No.	Tahap	Indikator
1.	Klasifikasi Masalah	Klasifikasi masalah merupakan tahap pemberian informasi terhadap situasi yang memunculkan permasalahan. Peserta didik diminta untuk merancang solusi dari masalah tersebut.
2.	Pengungkapan Pendapat	Peserta didik menyampaikan ide, gagasan atau pendapat sebagai penyelesaian masalah yang disajikan pada tahap sebelumnya.
3.	Evaluasi	Tahap ini merupakan tahap diskusi dari berbagai pendapat, ide, maupun gagasan yang terkumpul dengan menghadirkan fakta yang ada untuk memilih mana yang cocok untuk dijadikan sebagai bentuk penyelesaian masalah.
4.	Implementasi	Setelah melalui proses pertimbangan maka peserta didik menerapkan pendapat, ide maupun gagasan yang tepat untuk menyelesaikan masalah.

3. Keterampilan Berpikir Kreatif

Keterampilan berpikir kreatif merupakan bagian dari aspek pengetahuan kognitif untuk menciptakan maupun mengembangkan sesuatu yang baru sebagai pengembangan dari pemikiran terdahulu yang sudah muncul ke permukaan sebelumnya dan kemampuan penyelesaian masalah dari berbagai sudut

⁹ Fifin Alvian Syam, Muhammad Sidin Ali, dan Paribti Palloan, "Penerapan Model Pembelajaran Creative Problem Solving Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dalam Pembelajaran Fisika Peserta didik SMA 2 Bulukumba," *Seminar Nasional Fisika 2018 Program Pascasarjana Universitas Negeri Makassar*, 2018.

pandang.¹⁰ Adapun karakteristik atau ciri-ciri dari keterampilan berpikir kreatif adalah sebagai berikut:

- a. *Fluency* (Kelancaran)
Keterampilan menciptakan atau memunculkan gagasan atau ide baru sehingga memungkinkan peningkatan munculnya solusi atau penyelesaian masalah.
- b. *Flexibility* (Kelenturan)
Keterampilan menghasilkan suatu produk sebagai solusi dari berbagai variasi masalah.
- c. *Elaboration* (Elaborasi)
Keterampilan untuk menciptakan dan mengembangkan suatu penyelesaian, ide atau hasil karya.
- d. *Originality* (Orisinalitas)
Keterampilan memunculkan pendapat, ide, gagasan atau solusi yang benar-benar baru, berbeda dengan karya orang lain.
- e. *Complexity* (Kompleksitas)
Keterampilan memunculkan ide, solusi, gagasan atau karya yang rumit, sulit, terdiri dari berbagai aspek.
- f. *Risk-Taking* (Keberanian mengambil resiko)
Keyakinan untuk mencoba memecahkan suatu permasalahan yang beresiko untuk dilakukan.
- g. *Imagination* (Imajinasi)
Keterampilan mengkhayal untuk merancang atau menciptakan produk sederhana tertentu.
- h. *Curiosity* (Rasa ingin tahu)
Keinginan untuk mengungkap sesuatu secara mendalam.¹¹

4. Materi Bioteknologi

- a. Pengertian Bioteknologi

Berdasarkan *terminology* (bahasa), bioteknologi berasal dari Bahasa Latin yaitu *Bio* (hidup), *teknos* (teknologi) dan *logos* (ilmu). Ilmu yang mempelajari penerapan prinsip-prinsip biologi merupakan pengertian dari bioteknologi. Bioteknologi merupakan kombinasi dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa yang bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan

¹⁰ Primadi, Sarwanto, dan Suparmi, "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik pada Materi Listrik Dinamis."

¹¹ Munandar, *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat* (Jakarta: Rineka Cipta, 2004).

organisme hidup, sel, bagian dari organisme hidup dan analog molekuler untuk menghasilkan barang dan jasa.¹²

Bioteknologi merupakan salah satu cabang dari ilmu biologi yang menerapkan kolaborasi prinsip-prinsip biologi, biokimia dan fakta dalam pengolahan bahan dengan memanfaatkan jasad hidup dan komponen-komponennya sebagai alat bantu untuk menghasilkan barang dan jasa.¹³ Ilmu bioteknologi merupakan penerapan dari ilmu biologi dan teknologi. Ilmu bioteknologi mempelajari tentang pengertian, prinsip dasar, dan peranan biologi terhadap sains, lingkungan dan teknologi. Bioteknologi mengambil bagian sangat penting dalam meningkatkan kesejahteraan hidup manusia.¹⁴

Berdasarkan pengertian bioteknologi di atas, maka terdapat 4 prinsip dasar bioteknologi, yaitu:

- 1) Penggunaan agen biologi seperti jamur, virus, bakteri hewan dan tumbuhan.
- 2) Menggunakan metode tertentu, misalnya fermentasi pada pembuatan tapai dan teknik menanam di air dalam hidropnik.
- 3) Menghasilkan suatu produk turunan.
- 4) Melibatkan banyak disiplin ilmu seperti biokimia, rekayasa genetika, dan lain sebagainya.¹⁵

b. Perkembangan Bioteknologi

Perkembangan ilmu bioteknologi terbagi menjadi 3 tahap sebagai berikut:

- 1) Abad 19, bioteknologi diawali dengan perkembangan penerapan dalam bidang pertanian dan pangan yaitu proses fermentasi.
- 2) Abad 20, perkembangan ilmu bioteknologi melalui pengenalan dan penerapan Teknologi Rekombinasi DNA (Rekayasa genetika) hingga menghasilkan produk-produk

¹² Emerensiana Muna, "Pengembangan Media Pembelajaran Majalah Digital Berbasis Web Blog Pada Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas XII SMA" (Skripsi, Yogyakarta, Universitas Sanata Dharma, 2020).

¹³ Desi Fitriana, "Penyusunan Modul Pembelajaran Berbasis Sains Teknologi Dan Masyarakat (STM Pada Konsep Bioteknologi (Sebagai Bahan Ajar Siswa SMA Kelas XII)," *BIOSFER: Jurnal Pendidikan Biologi* 10, no. 2 (2017).

¹⁴ Elina Millah, "Pengembangan Buku Ajar Materi Bioteknologi Di Kelas XII SMA Ipiems Surabaya Berorientasi Sains, Teknologi, Lingkungan dan Masyarakat (SETS)," *BioEdu* 1, no. 1 (2012).

¹⁵ Andri Adi Mustika dkk., *Modul Pembelajaran Biologi Bioteknologi* (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2020).

yang bermanfaat. Pada saat ini ilmu bioteknologi di bidang industri mulai berkembang .

- 3) Abad 21, perkembangan ilmu bioteknologi mencapai puncaknya dimana mulai dilakukan identifikasi genom manusia, tanaman dan mikroba yang memiliki dampak signifikan bagi kepentingan manusia.¹⁶

c. Pembagian Bioteknologi

Bioteknologi secara umum dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1) Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional atau sering disebut bioteknologi tradisional. Bioteknologi jenis ini adalah bioteknologi yang paling umum dilakukan karena prosesnya yang sederhana. Ciri yang paling mudah adalah penggunaan agen biologi seperti bakteri dan jamur yang ditambahkan secara langsung pada suatu bahan, sehingga menghasilkan produk baru dan biasanya hanya diproduksi dalam jumlah kecil. Pengetahuan tentang proses bioteknologi ini didapatkan secara turun temurun dari generasi ke generasi. Contohnya dapat ditemukan dalam beberapa proses pembuatan makanan dan minuman seperti: tapai, tempe, kecap, yoghurt, mentega dan wine.

2) Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern menggunakan peralatan canggih dalam prosesnya untuk menghasilkan produk yang relatif banyak melalui prinsip-prinsip ilmiah seperti rekayasa genetika, kloning, dan inseminasi buatan. Bioteknologi ini memerlukan proses yang rumit. Contoh produk bioteknologi modern adalah antibiotik, vaksin, obat-obatan, hewan transgenik, bayi tabung dan masih banyak lagi.¹⁷

d. Peranan Bioteknologi

Bioteknologi merupakan metode memanfaatkan agen biologi seperti jamur, bakteri, virus, alga, dan protozoa. Pemanfaatan agen biologi tersebut didasari atas beberapa alasan yaitu kemampuan perkembangan yang cepat, metabolisme yang tinggi, dapat tumbuh di berbagai media,

¹⁶ K.A. Wardani, D.S Wijayanti, dan E. Widiyastuti, *Pengantar Bioteknologi* (Malang: UB Press, 2020).

¹⁷ Rizkun Auwali, "Respon Siswa Terhadap Media Pembelajaran Hidroponik Pada Materi Bioteknologi Di SMAN 1 Kluet Timur Kabupaten Aceh Selatan" (Skripsi, Aceh, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, 2020).

tidak terpengaruh oleh iklim dan cuaca, dapat dikontrol pertumbuhannya, serta gen yang mudah dimodifikasi. Oleh sebab itu, dalam pemanfaatannya sangat diperlukan kondisi yang optimum. Banyak ditemui produk bioteknologi di sekitar. Bioteknologi berkembang dalam berbagai bidang untuk mensejahterakan kehidupan manusia.

1) Bidang pangan

Produksi bahan pangan manusia sudah banyak yang memanfaatkan mikroorganisme seperti jamur, alga dan bakteri. Mikroorganisme tersebut dimanfaatkan untuk menghasilkan bahan pangan Protein Sel Tunggal (PST) yang kaya akan protein. Mikroorganisme tersebut memiliki kelebihan mudah dibudidayakan, kemampuan pertumbuhan yang cepat, serta memiliki kandungan protein tinggi sampai 80%. Sangat berbeda jauh dengan kadar protein kedelai biasa yang hanya mencapai 45%. Contoh penghasil PST adalah ganggang *Chlorella* dan *Spirulina*.

Banyak produk bahan pangan memanfaatkan jasa mikroorganisme. Mikroorganisme membantu suatu produk bahan pangan menjadi bentuk lain yang kaya akan gizi yang mudah diserap oleh tubuh serta memiliki cita rasa yang lebih nikmat. Pemanfaatan mikroorganisme dalam pengolahan bahan makanan sudah dikenal sejak lama. Pengetahuan tersebut biasanya diperoleh secara turun temurun seperti pembuatan tapai. Contohnya dapat digunakan dalam pengolahan beberapa makanan berikut ini.

a) Pemanfaatan Mikroorganisme untuk Membuat Kue/Roti

Salah satu langkah proses pembuatan roti dilakukan dengan menambahkan ragi dalam adonannya dan dibiarkan hingga adonan mengembang. Ragi tersebut merupakan jamur *Saccharomyces cereviceae*. Jamur tersebut berfungsi untuk memfermentasi adonan sehingga adonan dapat mengembang. Hal itu terjadi karena proses fermentasi menghasilkan gelembung gas karbon dioksida. Gas tersebut yang membuat adonan roti mengembang dan ketika matang terlihat memiliki ruang yang berongga-rongga.

b) Pemanfaatan Mikroorganisme untuk Teh Kombucha
 Produk minuman probiotik yang memanfaatkan mikroorganisme bernama SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Mikroorganisme tersebut membentuk selulosa dan mengubah teh biasa menjadi minuman probiotik yang kaya akan bakteri baik. Cita rasanya khas dengan rasa masam manis dan sensasi *sparkling*.

c) Pemanfaatan Mikroorganisme untuk Membuat Yogurt

Yoghurt merupakan olahan susu yang memanfaatkan mikroorganisme. Proses pembuatannya diawali dengan menguapkan susu segar untuk mengurangi kadar lemaknya sehingga susu menjadi kental. Setelah itu, difermentasi dengan menambahkan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan bakteri *Lactobacillus bulgarius* pada suhu 45°C. Penambahan tersebut menyebabkan yoghurt bercita rasa masam dengan aroma yang khas.

d) Mikroorganisme untuk Membuat Keju

Keju olahan susu lain yang memanfaatkan mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut dapat berupa bakteri maupun jamur. Beberapa keju memanfaatkan bakteri asam laktat (*Lactobacillus bulgarius*), sedangkan beberapa keju juga memanfaatkan bakteri *Propioni bacterium*. Keju dengan warna hijau dan ungu memanfaatkan jamur *Penicillium*.

2) Bidang Industri

Bioteknologi tidak hanya berperan dalam bidang pangan, namun juga merambah dalam bidang industri. Cuka merupakan hasil dari penerapan bioteknologi dalam bidang industri makanan. Selain itu bioteknologi berperan dalam industri minuman, industri kesehatan, industri sumber energi dan industri pertambangan. Syarat mikroorganisme dapat dimanfaatkan dalam bidang industri adalah sebagai berikut.

a) Menghasilkan produk yang stabil, banyak namun tidak membahayakan.

b) Media berkembangnya murah dan mudah didapatkan.

Berikut ini beberapa industri atau bidang usaha yang memanfaatkan bioteknologi dalam prosesnya:

a. Industri Makanan

Pemanfaatan bioteknologi dalam pengolahan bahan makanan sudah dijelaskan pada materi sebelumnya. Banyak mikroorganisme seperti jamur, bakteri dan alga dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan makanan manusia. Proses bioteknologi menghasilkan produk makanan yang kaya akan gizi dan memiliki cita rasa yang lezat.

b. Industri Minuman

c. Beberapa minuman diproses melalui fermentasi dengan menambahkan mikroorganisme. Hasilnya minuman tersebut mengandung alkohol. Contohnya seperti bir, anggur, wine dan khamr. Biasanya prosesnya memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae*.

d. Industri Farmasi dan Obat-obatan

Bioteknologi berperan dalam bidang farmasi menghasilkan produk-produk kesehatan seperti antibiotik, vaksin, hormon dan lain sebagainya. Penisilin merupakan antibiotik pertama yang dibuat oleh manusia. Proses pembuatannya memanfaatkan jamur *Penicillium notatum*. Contoh lainnya adalah hormon insulin yang membantu pasien diabetes.

e. Produk Sumber Energi

Energi tidak dapat lepas dari kehidupan. Energi saat ini dihasilkan dari bahan fosil seperti minyak dan batu bara yang dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan. Oleh sebab itu diperlukan sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif ditemukan dapat bersumber dari makhluk hidup seperti biomassa, biofuel, bioetanol, biogas dan biodiesel. Biomassa memanfaatkan bahan organik menjadi bahan bakar, contohnya briket sekam padi. Sedangkan biofuel memanfaatkan gas atau cairan yang dihasilkan bahan organik. Biofuel dikelompokkan menjadi bioetanol (cairan hasil fermentasi bahan organik), biogas (gas hasil fermentasi bahan organik) dan biodiesel (minyak dari bahan organik). Sehingga yang termasuk dalam bioteknologi adalah bioetanol dan biogas.

f. Industri Perminyakan dan Pertambangan

Teknik bioteknologi yang digunakan dalam bidang pertambangan disebut sebagai *bioleaching*. Mikroorganisme ditambahkan untuk mengubah unsur

logam yang susah larut menjadi bentuk yang larut sehingga dapat dipisahkan dari unsur lain. Contoh mikroorganisme yang berperan adalah *Aspergillus niger*, *Thiobacillus ferroxidans*, *Penicillium simplicissium* dan masih banyak lagi. Mikroorganisme ini bermanfaat dalam proses pertambangan karena lebih ramah lingkungan dan lebih banyak menghasilkan unsur logam murni yang tidak tercampur dengan unsur lain.

3) Bidang Pertanian

Bioteknologi memiliki peranan dalam bidang pertanian, contohnya dalam pembuatan pupuk organik atau pupuk kompos. Bioteknologi berfungsi untuk meningkatkan kualitas produk hasil pertanian secara modern. Teknologi bioteknologi modern sekarang dapat menghasilkan tanaman transgenik, tanaman hasil kloning serta hasil kultur jaringan. Beberapa teknik berikut ini merupakan bioteknologi dalam bidang pertanian.

a) Hidroponik dan Aeroponik

Teknik hidroponik merupakan teknik bercocok tanam dalam media air tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuhnya. Tanaman memperoleh unsur hara berasal dari pupuk organik yang dilarutkan ke dalam air. Pupuk ini dapat berasal dari buatan sendiri maupun bukan. Kelebihan bercocok tanam dengan teknik hidroponik adalah sebagai berikut:

- (1). Tanaman bebas dari hama dan penyakit.
- (2). Produksi tanaman lebih banyak.
- (3). Tanaman tumbuh menjadi lebih cepat.
- (4). Pemakaian pupuk lebih efisien.
- (5). Prosesnya mudah.
- (6). Tidak bergantung pada iklim dan cuaca.
- (7). Tidak membutuhkan lahan luas.

Teknik hidroponik menggunakan media air sebagai media tumbuh akar untuk mengganti tanah, kerikil atau pasir. Teknik aeroponik merupakan teknik bercocok tanpa menggunakan media apapun. Akar dari tanaman dibiarkan dalam suatu wadah yang dijaga kelembapannya dengan posisi menggantung. Kemudian air disemprotkan melewati wadah dari pompa bertekanan sehingga timbul uap

air yang menempel pada akar. Zat makanan juga dicampurkan bersamaan dengan air yang disemprotkan.

Kelebihan teknik aeroponik dibandingkan dengan teknik hidropnik adalah akar yang menggantung akan lebih banyak menyerap oksigen di udara sehingga meningkatkan metabolisme dan kecepatan pertumbuhan tanaman. sehingga, produksi tanaman menjadi lebih meningkat.

b) Kultur Jaringan Tumbuhan

Kultur jaringan tumbuhan merupakan teknik untuk menghasilkan bibit tumbuhan dengan jumlah besar dan memiliki persamaan genetik persis sama dengan induknya dalam waktu relatif singkat, contohnya bibit kelapa sawit, anggrek, dan jati. Kultur jaringan memanfaatkan sifat setiap sel pasti membawa informasi genetik yang lengkap sehingga dapat berkembang menjadi individu baru yang lengkap. Sifat tersebut dikenal sebagai sifat totipotensi sel.

Pertama kali dilakukan oleh Frederick C. Steward. Steward kultur jaringan dilakukan pada sel-sel akar tanaman wortel dalam suatu media buatan dan kemudian berhasil ditumbuhkan tanaman wortel secara utuh. Hasil percobaan tersebut membuktikan bahwa sel mengandung semua informasi genetik yang lengkap. Bagian sel yang diambil untuk kultur jaringan disebut eksplan. Eksplan tersebut diambil dari jaringan sel yang masih muda biasanya terdapat pada ujung akar, tunas dan daun muda.

Kultur jaringan dikelompokkan menjadi kultur antera, kultur meristem, kultur polen, kultur protoplas, kultur kloroplas, kultur embrio dan lain sebagainya. Pengelompokan ini berdasarkan jenis eksplan yang dipakai. Eksplan tersebut kemudian disterilkan selanjutnya akan ditumbuhkan pada suatu media yang steril didalamnya mengandung zat pengatur tumbuh dan nutrisi untuk dibiarkan berkembang hingga menjadi individu yang lengkap. Proses tersebut dipengaruhi beberapa faktor lingkungan seperti kelembapan, temperatur, cahaya dan pH. Beberapa faktor tersebut diatur pada kondisi

yang paling sesuai karena mempengaruhi keberhasilan teknik kultur jaringan ini.

Eksplan akan berkembang menjadi massa sel yang belum mengalami diferensiasi ketika keadaan lingkungan, zat pengatur tumbuh, dan nutrisi sesuai. Wujud tersebut disebut kalus. Selanjutnya kalus berkembang menjadi tanaman kecil yang lengkap disebut sebagai plantlet. Plantlet diamati perkembangannya selama beberapa hari sampai kondisi dan ukurannya siap untuk ditanam pada media tanah.

c) Bioteknologi dalam Pembentukan Varietas Tanaman Unggul Baru

Kebutuhan pangan yang terus meningkat sejalan dengan populasi manusia yang semakin meningkat, menggerakkan manusia untuk melakukan inovasi dengan bantuan ilmu teknologi. Adapun Teknik yang dipakai adalah Rekayasa Genetika.

Rekayasa genetika merupakan teknik mengambil atau menambahkan komponen DNA suatu individu ke individu lain untuk menghasilkan individu baru yang memiliki sifat sesuai keinginan. Teknik ini memberikan nilai tambah berupa tanaman unggul dengan beberapa sifat berikut:

- (1). Mengalami peningkatan nutrisi.
- (2). Peningkatan rasa.
- (3). Peningkatan kualitas.
- (4). Mengurangi reaksi alergi.
- (5). Penambahan kandungan berkhasiat obat.
- (6). Mengandung vaksin tertentu.

Berikut ini contoh tanaman hasil rekayasa Genetika:

- (1). Padi Golden Rice
Tanaman ini dihasilkan melalui teknik rekayasa genetika dengan mensintesis karotenoid. Hal tersebut menyebabkan beras berwarna kekuningan karena mengandung Vitamin A lebih tinggi. Produk ini dikenalkan pada tahun 2001.
- (2). Kentang Russet Burbank
Kentang hasil teknik kultur jaringan. Kentang ini memiliki kandungan pati lebih banyak.

Sehingga hasil olahan makanan dari kentang ini memiliki kualitas lebih baik.

(3). **Tomat FlavrSavr**

Tomat ini merupakan hasil rekayasa genetika pada tanaman hortikultura. Tomat ini tidak cepat busuk setelah dipetik.

(4). **Tembakau Rendah Nikotin**

Seperti namanya, tembakau ini memiliki kandungan nikotin yang rendah. Pada tahun 2001 ditetapkan bahwa tembakau jenis ini mengurangi resiko penyakit kanker yang terdapat pada rokok. Selain itu, tembakau ini digunakan sebagai penguat aroma. Salah satunya berhasil digabungkan dengan aroma lemon.

4) **Bidang Peternakan**

Beberapa produk bioteknologi dapat dimanfaatkan dalam bidang peternakan contohnya seperti vaksin untuk ternak, vaksin NCD dan vaksin untuk flu burung. Selain itu terdapat hormon pertumbuhan seperti Bovine Growth Hormone yang berfungsi meningkatkan jumlah susu dan daging pada sapi perah sebanyak 20%. Namun penggunaan hormon ini masih diperhitungkan karena dapat memicu resiko penyakit masitis pada ternak dan mengancam kesehatan manusia.

Bioteknologi dalam bidang peternakan dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan hewan transgenik (hasil rekayasa genetika). Salah satu yang kita kenal contohnya ayam tanpa bulu. Pada suatu kondisi dimana induk tidak dapat berkembang biak secara alami, maka digunakan teknik bioteknologi yang disebut induk buatan. Prosesnya dengan menginjeksikan embrio suatu hewan ke dalam rahim hewan lain yang masih berkerabat. Cara ini dapat bermanfaat untuk mencegah kepunahan pada hewan-hewan langka.

5) **Bioteknologi Reproduksi**

Bioteknologi dimanfaatkan dalam bidang reproduksi hewan dan tumbuhan untuk menghindari fenomena kepunahan. Seiring berkembangnya zaman teknologi tersebut mampu menyentuh bidang reproduksi manusia. Berikut ini teknik bioteknologi di bidang reproduksi:

a) Inseminasi Buatan

Inseminasi buatan adalah teknik mengambil sperma hewan jantan untuk dimasukkan ke dalam organ reproduksi betina dengan menggunakan alat tertentu. Masyarakat awam biasa menyebut teknik ini sebagai teknik kawin suntik. Tujuan dari teknik ini adalah sebagai berikut:

- (1). Kualitas keturunannya menjadi meningkat.
- (2). Pengaturan proses perkawinan menjadi lebih mudah.
- (3). Kelangkaan pejantan dapan dihindari.
- (4). Reproduksi hewan menjadi meningkat.

b) Bayi Tabung (*Fertilization in Vitro*)

Keturunan merupakan harapan dari semua pasangan suami istri di dunia. Namun, pada suatu kondisi beberapa pasangan suami istri mengalami kesulitan mendapat keturunan. Permasalahan yang menjadi penyebab hal tersebut beragam mulai dari masalah ovulasi, saluran tuba falopii yang tersumbat, dan kuantitas sperma yang rendah. Ilmu bioteknologi semakin berkembang menemukan solusi dari permasalahan tersebut melalui teknologi bayi tabung. Namun, teknik ini membutuhkan biaya yang tidak sedikit.

Pada tahun 1978, bayi tabung mulai populer dilakukan oleh pasangan suami istri yang kesulitan mendapat keturunan. Bahan yang digunakan dalam prosesnya adalah sel sperma dan sel telur dari pasangan suami istri yang bersedia melakukan bayi tabung. Negara tertentu bahkan memiliki sebuah lembaga yang menyediakan sel sperma maupun sel telur untuk program bayi tabung. Keuntungannya calon ibu dapat memilih sendiri sel sperma yang akan digunakan dalam proses bayi tabung. Terdapat lima langkah yang harus dilalui dalam program bayi tabung ini:

- (1). Calon ibu menjalani pemeriksaan.
- (2). Pemberian obat untuk merangsang produksi ovum kepada calon ibu. Hormon HCG (*Human Chorionik Gonadotropin*) diberikan sebagai pemicu.
- (3). Ovum diambil dari calon ibu

- (4). Sel sperma yang akan digunakan disiapkan dan dicuci terlebih dahulu. Setelah itu, sel sperma digabungkan dengan sel telur dan disimpan dalam inkubator selama 18 jam. Proses fertilisasi diamati di bawah mikroskop.
 - (5). Embrio ditransfer ke dalam uterus (rahim) calon ibu. Lebih dari satu embrio dapat diinjeksikan pada proses ini. Kondisi rahim dari calon ibu mempengaruhi seberapa banyak jumlah embrio yang dapat dimasukkan ke dalam rahim tersebut.
- c) Kloning

Kloning merupakan teknik bioteknologi yang menghasilkan keturunan sama persis dengan induknya. Teknik kloning memanfaatkan sel somatid (sel tubuh) makhluk hidup. Produk yang pertama kali dihasilkan dari teknik kloning adalah katak dan salamander sekitar tahun 1950.

Domba Dolly merupakan hasil kloning yang dilakukan oleh Ian Wilmut, Inggris pada tahun 1996. Keberhasilan tersebut mendorong keberhasilan ilmuwan lain untuk menghasilkan hewan hasil teknik kloning. Setelah ini muncul hewan-hewan hasil kloning.

Seekor rusa bernama Dewey kemudian muncul sebagai hasil dari teknik kloning pertama pada rusa. Dewey merupakan kloningan rusa ekor putih *Odocoileus virginianus* dihasilkan oleh ilmuwan di Universitas Texas. Sel somatid diambil dari sel kulit rusa jantan kemudian diambil inti selnya. Inti sel tersebut selanjutnya dimasukan dalam rahim rusa betina. Penelitian ini bertujuan untuk mencegah kepunahan rusa jenis ini.

Prometea menjadi kuda pertama hasil dari teknik kloning. Prometea berasal dari sel kulit induknya yang berasal dari jenis kuda haflinger (kuda pekerja kecil). Nukles dari sel kulit induknya dimasukan ke dalam sel telur kuda lain yang nukleusnya telah dibuang. Sel telur tersebut terus membelah menjadi embrio kemudian dimasukkan kembali ke dalam rahim induknya.

Sebuah tim beranggotakan 11 orang berhasil mengkloningkan anjing. Salah satu anggotanya

merupakan ilmuwan asal Indonesia bernama Dr. Yudha Fibrianto. Penelitian tersebut memerlukan waktu cukup lama sekitar 2 tahun 8 bulan.

6) Bidang Kesehatan

Bioteknologi memiliki peranan yang sangat penting dalam bidang kesehatan terutama bidang farmasi. Melalui teknik rekayasa genetika dihasilkan antibiotik, vaksin, dan hormon yang bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia. Selain itu, melalui teknik fermentasi dihasilkan minuman probiotik yang baik untuk kesehatan. Contoh yang sudah kita rasakan manfaatnya adalah keberadaan vaksin untuk wabah penyakit Covid 19.¹⁸

e) Etika dalam Bioteknologi

Berdasarkan materi sebelumnya, bioteknologi diaplikasikan di berbagai bidang kehidupan. Penerapan tersebut bertujuan demi mensejahterakan kehidupan. Penerapan tersebut bertujuan untuk mensejahterakan kehidupan manusia. Namun, jika ditelisik lebih dalam tentu terdapat dampak negatif dari penerapan bioteknologi. Berikut ini beberapa dampak negatif dari bioteknologi:

- a. Tumbuhan serta hewan transgenik merupakan individu baru yang memiliki kelainan gen (mutan). Dikhawatirkan mereka menjadi sumber kerusakan bagi kelestarian lingkungan. Selain itu, dengan banyaknya perkembangan individu hasil transgenik dapat memicu hilangnya keanekaragaman hayati di alam.
- b. Teknik bioteknologi modern memerlukan kebutuhan biaya operasional yang tidak sedikit. Sehingga, muncul kesenjangan sosial dan ekonomi masyarakat lapisan atas dan bawah.
- c. Beberapa hasil bioteknologi tidak cocok dengan kondisi tubuh manusia sehingga memunculkan masalah-masalah kesehatan seperti alergi dan keracunan.¹⁹

f) Integrasi Keislaman

Allah SWT sudah lama mengisyaratkan ilmu bioteknologi. Pernyataan tersebut selaras dengan firman Allah SWT dalam surah Fussilat ayat 51 berikut ini dimana Allah SWT mengisyaratkan keberadaan teknologi rekayasa genetika.

¹⁸ Harminto, *Biologi Umum* (Jakarta: Universitas Terbuka, 2017), <https://dosenbiologi.com/bioteknologi/jenis-jenis-bioteknologi>.

¹⁹ Mustika dkk., *Modul Pembelajaran Biologi Bioteknologi*.

وَقَالُوا لَجُلُودِهِمْ لِمَ شَهِدْتُمْ عَلَيْنَا قَالُوا أَنْطَقَنَا اللَّهُ الَّذِي أَنْطَقَ
كُلَّ شَيْءٍ وَهُوَ خَالِقُكُمْ أَوَّلَ مَرَّةٍ وَإِلَيْهِ تُرْجَعُونَ ﴿٢١﴾

Artinya: "Dan mereka berkata kepada kulit mereka, "Mengapa kamu menjadi saksi terhadap kami?" (Kulit) mereka menjawab, "Yang menjadikan kami dapat berbicara adalah Allah, yang (juga) menjadikan segala sesuatu dapat berbicara, dan Dialah yang menciptakan kamu yang pertama kali dan hanya kepada-Nya kamu dikembalikan." (Q.S.Fussilat:21)

Dalam surah tersebut Allah SWT mengisyaratkan bahwa sesuatu dapat dimanipulasi untuk tujuan yang kita inginkan. Hal tersebut dicontohkan dengan kulit yang dapat berbicara padahal itu bukan fungsi kulit secara umum, namun dengan kekuasaan Allah SWT hal tersebut terjadi. Hal ini seperti konsep rekayasa genetika dimana sel dapat dimanipulasi sesuai tujuan yang kita inginkan.²⁰

B. Penelitian Terdahulu

Secara umum, penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan. Perbedaan tersebut terletak pada pemilihan materi pembelajaran dimana penelitian ini mengembangkan modul IPA materi Bioteknologi. Selain itu, beberapa penelitian sebelumnya termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif, sedangkan penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (RnD). Beberapa penelitian berikut memiliki relevansi dengan penelitian ini, namun memiliki perbedaan tertentu:

Tabel 2.2 Perbedaan Penelitian

No.	Perbedaan	Temuan	Judul dan Peneliti
1.	Perbedaan terletak pada materi pembelajaran serta variabel yang diukur bukan respon peserta didik namun	Hasilnya ditemukan bahwa antusiasme peserta didik sangat tinggi terhadap pembelajaran menggunakan	"Pengembangan Modul IPA Berbasis <i>Creative Problem Solving</i> (CPS) untuk Peserta didik MTs Materi Pencemaran

²⁰ Mustika dkk.

No.	Perbedaan	Temuan	Judul dan Peneliti
	keterampilan berpikir kreatif.	modul CPS yang dikembangkan.	Air”. Ditulis oleh Nusroh Wulandari. ²¹
2.	Berbeda dengan penelitian ini, jenis penelitian sebelumnya adalah penelitian kuantitatif.	Hasilnya model pembelajaran CPS dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.	“Pengaruh Model Pembelajaran <i>Creative Problem Solving</i> (CPS) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik pada Konsep Jamur”. Ditulis oleh Refika Nurul Afifa. ²²
3.	Perbedaan terletak pada materi pembelajarannya.	Hasilnya modul IPA berbasis CPS layak digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.	“Pengembangan Modul IPA Berbasis <i>Creative Problem Solving</i> (CPS) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik”. Ditulis oleh Sondra Swestyani, Mohammad Masyuri, Baskoro Adi Prayitno ²³
4.	Berbeda dengan penelitian ini, jenis penelitian sebelumnya adalah penelitian kuantitatif.	Hasilnya model pembelajaran CPS lebih efektif digunakan daripada model pembelajaran biasa.	“Penggunaan Model Pembelajaran <i>Creative Problem Solving</i> untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Peserta didik”. ditulis oleh

²¹ Wulandari, “Pengembangan Modul IPA Berbasis *Creative Problem Solving* (CPS) untuk Peserta didik MTs Materi Pencemaran Lingkungan.”

²² Wulandari.

²³ Swestyani, Masyuri, dan Prayitno, “Pengembangan Modul IPA Berbasis *Creative Problem Solving* (CPS) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik.”

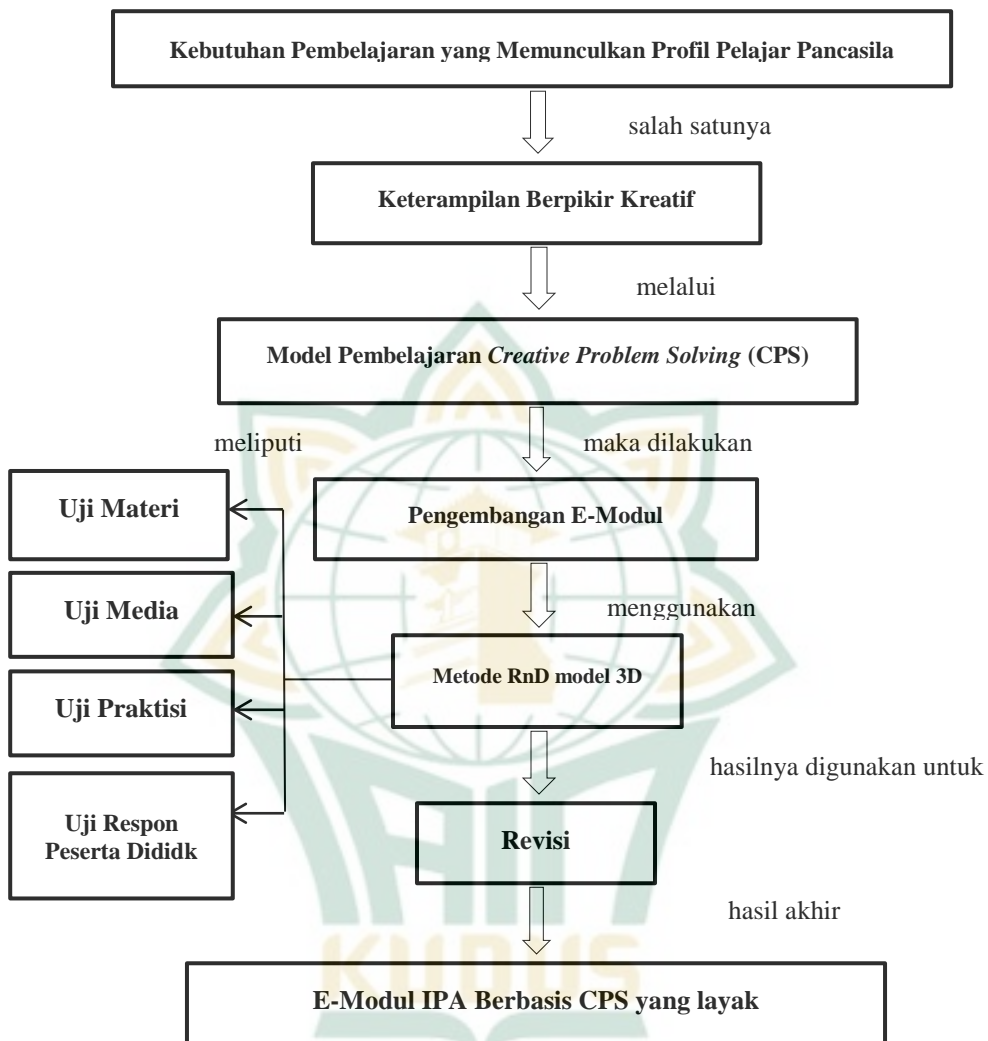
No.	Perbedaan	Temuan	Judul dan Peneliti
			Guntur Maulana Muhammad, Ari Septian, Mastika Insani Sofa. ²⁴
5.	Berbeda dengan penelitian ini, jenis penelitian sebelumnya adalah penelitian kuantitatif.	Hasilnya model pembelajaran CPS efektif untuk meningkatkan prestasi belajar peserta didik, keterampilan kreativitas ilmiah, dan sikap ilmiah.	“Effects of the Creative Problem Solving (CPS) Learning Model on Matter and Properties of Matter for Seventh Grade Students”. Ditulis oleh Kanyarat C., Numphon K., Sunee H., Dr Pramuan S. ²⁵

C. Kerangka Berpikir

Diberlakukannya kurikulum merdeka belajar diharapkan dapat memunculkan Profil Pelajar Pancasila dimana salah satu di dalamnya adalah keterampilan berpikir kreatif. Peserta didik tidak hanya belajar dengan cara lama yaitu metode hafalan saja, namun peserta didik dapat memanfaatkan keterampilan berpikir kritis untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang berkaitan dengan pengetahuan IPA. Model CPS menjadi variasi model pembelajaran yang cocok digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Namun, kurangnya ketersediaan bahan ajar yang mendukung hal tersebut menyebabkan keterbatasan pelaksanaannya dalam dunia pendidikan. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian untuk mengembangkan modul berbasis CPS untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Modul yang baik adalah modul yang mengikuti perkembangan ilmu dan teknologi saat ini, sehingga banyak penelitian untuk mengembangkan E-Modul. Berikut ini Gambar 2.1 merupakan bagan yang menjelaskan kerangka berpikir dalam penelitian.

²⁴ Muhammad, Septian, dan Sofa, “Penggunaan Model Pembelajaran Creative Problem Solving untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Peserta didik.”

²⁵ Cojorn dkk., “Effects of the Creative Problem Solving (CPS) Learning Model on Matter and Properties of Matter for Seventh Grade Students.”



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir