

BAB II

KAJIAN TEORITIK

2.1 Penelitian Relevan

Dalam dunia Pendidikan telah banyak dilakukan penelitian pengembangan yang telah dilakukan yang mampu meningkatkan proses pembelajaran dan tingkat pemahaman peserta didik menjadi lebih baik. Beberapa penelitian yang relevan terhadap penelitian yang akan dilakukan oleh penulis.

Penelitian yang dilakukan (Ulfa Sapriyanti, HusnaAmalya Melati, 2020), mengenai pengembangan elektronik lembar kerja peserta didik berbasis *project based learning* pada materi bentuk molekul. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peserta didik memberikan respon positif terhadap penggunaan *e-LKPD* dan *e-LKPD* membantu peserta didik dalam memahami konsep bentuk molekul dengan baik. Dengan tingkat kelayakan sebesar 92,4% (sangat tinggi) artinya *e-LKPD* yang dikembangkan layak dipakai untuk pembelajaran kimia dalam memudahkan peserta didik untuk belajar.

Penelitian yang dilakukan (Efliana et al., 2022) mengenai *Development of Electronic Student Woorsheets (e-SW) Electrolyte and Nonelectrolyte Solutions Based on Project Based Learning (PJBL) on The Learning Outcomes*. Diperoleh hasil penelitian bahwa ini mampu membuat peserta didik lebih menarik untuk belajar, mampu meningkatkan keterampilan sains, keterampilan berpikir kritis peserta didik, meningkatkan aktivitas peserta didik, serta lebih berorientasi pada proses dan mencari informasi sendiri.

Penelitian yang dilakukan (Azizahwati & Mohd Yasin, 2017) mengenai pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis kearifan lokal ini menunjukkan kriteria kevalidan dengan kategori tinggi. Hasil penelitian yang diperoleh respon pendidik dan peserta didik mengindikasikan bahwa konsep sains berkaitan dengan budaya di Masyarakat, diharapkan mampu memunculkan keinginan untuk berinteraksi dengan lingkungan secara bijaksana. Dengan hal ini lembar kerja peserta didik berbasis kearifan lokal dinyatakan valid dan layak digunakan.

Penelitian yang dilakukan (Anisa et al., 2024) mengenai analisis kebutuhan siswa Untuk pengembangan *e-lkpd* berbasis *Problem Based Learning* terintegrasi kearifan lokal sebagai pendukung implementasi kurikulum merdeka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *e-LKPD* berbasis *Problem Based Learning* menjadi salah satu alternatif dalam mendukung sistem pembelajaran yang lebih modern, khususnya Kimia di tingkat SMA. Selain itu, kearifan lokal juga dianggap sebagai aspek penting yang harus terintegrasi dalam kurikulum merdeka untuk mengembangkan pemahaman dan menghargai nilai-nilai budaya daerah setempat.

Berdasarkan analisis data dari hasil penelitian penerapan pembelajaran kimia hijau melalui PjBL yang dilakukan oleh (Ratnawati, 2023) dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran PjBL dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi kimia hijau. Hasil posttest menunjukkan 13 peserta didik berpredikat baik, 10 peserta didik berpredikat baik, dan 2 peserta didik berpredikat cukup. Hal ini berarti 92% hasil belajar peserta didik mengalami peningkatan dalam kategori baik dan sangat baik dan sebesar 8% dalam kategori cukup.

2.2 Teori Belajar

Belajar adalah proses perubahan seseorang yang berinteraksi dengan lingkungan. Setiap orang memiliki cara untuk belajar dengan cara melihat, menemukan dan juga meniru. Karena melalui belajar dengan cara melihat, menemukan dan juga meniru. Karena melalui belajar seseorang akan mengalami pertumbuhan, perkembangan, dan perubahan dalam dirinya baik secara fisik maupun psikis (Wahab dkk,2021). Teori belajar adalah Kumpulan prinsip yang saling berkaitan dan penjelasan tentang sekumpulan fakta dan penemuan yang terkait dengan proses belajar. Jika digunakan dengan cara yang tepat saat memilih materi pelajaran, memilih strategi pengembangan, dan menggunakan elemen desain pesan yang efektif, teori belajar dapat membantu peserta didik memahami materi dengan baik.

Belajar adalah faktor yang mempengaruhi dan memiliki peran yang penting dalam seorang individu untuk melakukan perubahan perilaku ataupun pembentukan kepribadian. Melalui belajar, perkembangan individu seseorang dapat berkembang. Belajar merupakan aktivitas yang melibatkan psikologis maupun fisiologis. Aktivitas psikologis meliputi aktivitas yang berkaitan dengan proses mental seperti berpikir, memahami, menerapkan, membedakan, menganalisis, dan lain-lain. Sedangkan aktivitas fisiologis meliputi aktivitas yang merupakan suatu penerapan atau Tindakan seperti percobaan, Latihan, membuat karya, dan lain-lain (Rusman,2017).

2.2.1 Teori Belajar Kognitivisme

Menurut Arifin (2021) menyatakan bahwa pembelajaran kognitif sebenarnya adalah peristiwa mental, itu adalah upaya mental yang dihasilkan dari interaksi aktif dengan lingkungan untuk memperoleh pengetahuan. Pemahaman yang bermanfaat, perilaku, dan sikap. Kognitisme merupakan gagasan tentang pembelajaran yang mengutamakan proses kognitif. Cara kita menerima sangat mempengaruhi pembelajaran kita. Memproses dan menerapkan data yang dikumpulkan. Kajian kognitif ini memengaruhi Pendidikan di sekolah. Hal ini dikarenakan teori ini menganggap bahwa Pendidikan sekolah memerlukan aktivitas mental yang dimiliki oleh semua peserta didik, menurut teori belajar kognitif ini memprioritaskan proses belajar dari pada hasil.

Teori kognitif juga menekankan bahwa bagian-bagian dari situasi saling terkait satu sama lain dalam konteks situasi tersebut. Membagi situasi atau materi pelajaran menjadi bagian-bagian kecil dan mempelajarinya secara terpisah akan kehilangan maknanya. Teori ini berpandangan bahwa belajar adalah aktivitas yang melibatkan banyak proses berpikir yang kompleks. Pengaturan stimulus yang diterima dan menyesuaikan dengan struktur kognitif yang sudah ada pada seseorang berdasarkan pemahaman dan pengalaman sebelumnya adalah bagian dari proses belajar.

Menurut (Al-Mahiroh & Suyadi, 2020) Gagne menggambarkan teori ini sebagai Kumpulan langkah belajar yang mengkategorikan situasi belajar berdasarkan peristiwa belajar, kemampuan belajar, dan pembagian tipe hasil belajar. Pandangan gagne mengenai teori ini memfokuskan pada bagaimana individu

memperoleh keterampilan dan pengetahuan melalui serangkaian tahapan yang disusun secara hierarkis. Selain itu, teori ini merupakan perpaduan yang seimbang antara behaviorisme dan kognitivisme, teori ini berpusat pada pemrosesan informasi yang disebabkan oleh interaksi antara kondisi internal dan eksternal seseorang. Kondisi internal terdiri dari keadaan diri seseorang yang diperlukan untuk mencapai hasil belajar dan proses kognitif yang terjadi dalam diri mereka, sedangkan kondisi eksternal terdiri dari rangsangan dari lingkungan yang dapat mempengaruhi individu dalam belajar.

Secara umum pandangan teori kognitif menyatakan pengertian belajar merupakan usaha yang fokus pada proses membentuk ingatan, mengolah dan menyimpan. Sehingga belajar diartikan sebagai kegiatan yang melibatkan proses berpikir yang sangat kompleks dan komprehensif. Pada teori belajar kognitivisme, peserta didik ditekankan untuk aktif dalam kegiatan pembelajaran guna memahami materi yang dipelajari. Peserta didik juga didorong untuk dapat menemukan konsep secara mandiri serta pemahaman yang telah dimiliki peserta didik dikaitkan dengan pengetahuan baru.

2.2.2 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori konstruktivisme adalah teori yang melibatkan peran dan aktivitas peserta didik secara langsung. Konstruktivisme adalah teori tentang bagaimana pelajar membangun pengetahuan dari pengalaman yang unik untuk setiap individu. Konstruktivisme memandang belajar sebagai proses dimana pembelajaran secara aktif mengkonstruksi atau membangun gagasan-gagasan atau konsep-konsep baru didasarkan atas pengetahuan yang telah dimiliki di masa lalu atau ada pada saat itu.

Dengan kata lain belajar melibatkan konstruksi pengetahuan seseorang dari pengalamannya sendiri oleh dirinya sendiri (Nurfadilah & Aliem Bahri, 2021).

Menurut (Wahab dkk., 2021), teori konstruktivis belajar adalah proses mengkonstruksi pengetahuan dengan cara mengabstraksi pengalaman yang timbul hasil interaksi antara peserta didik dengan realitas pribadi, alam, dan sosial. Proses konstruksi pengetahuan terjadi baik secara pribadi maupun sosial. Proses ini merupakan proses yang aktif dan dinamis. Konstruksi pengetahuan yang dimaksudkan dalam pandangan konstruktivisme yaitu pemaknaan akan realitas yang dilakukan setiap orang Ketika berinteraksi dengan lingkungan. Dalam konteks seperti itu, konstruksi atau pemaknaan terhadap realitas adalah belajar itu sendiri.

Teori konstruktivisme merupakan proses membangun pengetahuan melalui pengalaman, interaksi sosial, maupun dunia nyata. Pembelajaran konstruktivistik adalah pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Dalam hal ini, pendidik bergerak sebagai fasilitator, mediator, maupun sumber belajar dalam proses belajar mengajar. Pendidik hanya membantu dan membimbing peserta didik untuk belajar. Kehadiran pendidik dalam kegiatan belajar dimaksudkan agar belajar lebih mudah dan tercapai tujuan dari pembelajaran. Pendidik dapat memberikan pengalaman-pengalaman baru untuk membentuk kehidupan mandiri ditengah-tengah kehidupan modern (Yamin, 2012).

Penelitian ini sangat menekankan penerapan konstruktivisme, yang berfokus pada peserta didik yang mampu menemukan, membangun, atau menghasilkan konsep secara mandiri. Hal ini sesuai dengan prinsip-prinsip konstruktivisme yang mendukung pembelajaran yang lebih berkelanjutan dan pemahaman yang lebih

mendalam. Dengan demikian, peserta didik dapat lebih baik memahami materi dan mempertahankan pengetahuan yang mereka peroleh dalam jangka Panjang.

2.3 Bahan Ajar

2.3.1 Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan bagian dari sumber belajar. Sumber belajar memiliki cakupan yang lebih luas dibandingkan dengan bahan ajar. Hal ini didukung oleh Waraulia (2020) yang menyatakan bahwa sumber belajar harus diolah terlebih dahulu untuk dapat digunakan dalam pembelajaran. Hasil olahan tersebut disebut disebut dengan bahan ajar. Dalam sumber belajar, dapat memuat beberapa bahan ajar sekaligus. Bahan ajar dirancang memang untuk dimanfaatkan dalam proses pembelajaran. Hal ini dikarenakan pada bahan ajar mengandung kompetensi atau tujuan pembelajaran. Sedangkan sumber belajar tersusun secara tidak sistematis, walaupun terkandung materi pelajaran.

Menurut Kokasih (2021) mengartikan bahan ajar sebagai segala jenis bahan yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan mengajar dan pembelajaran. Arti lain dari bahan ajar adalah sebagai materi yang perlu dipelajari peserta didik untuk menunjang kegiatan belajarnya. Sumber bahan ajar ini mencakup konten yang berkaitan dengan sikap, kemampuan, dan informasi yang perlu diperoleh peserta didik untuk memenuhi tujuan pembelajaran.

Bahan ajar adalah Kumpulan alat pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan, dan cara evaluasi yang dirancang secara terstruktur untuk mencapai tujuan pembelajaran, termasuk pencapaian kompetensi dengan tingkat kompleksitas yang sesuai. Dalam konteks ini, bahan ajar berperan sebagai panduan bagi pendidik

untuk mendukung proses pembelajaran. Keuntungan utamanya adalah bahwa bahan ajar membantu pendidik mengelola waktu dengan lebih efisien, membimbing peserta didik dalam memperoleh pengetahuan dari berbagai sumber, dan mengurangi ketergantungan pada pendidik sebagai satu-satunya sumber pengetahuan (Yuberti,2014).

2.3.2 Karakteristik bahan ajar

Menurut Yuberti (2014), bahan ajar yang efektif dalam mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri dan mencapai ketuntasan dalam proses pembelajaran harus mempertimbangkan beberapa aspek berikut:

1. Bahan ajar harus mencakup contoh-contoh dan ilustrasi menarik yang mendukung penyajian materi pembelajaran.
2. Bahan ajar harus memberi kesempatan pada peserta didik untuk memberikan umpan balik atau mengukur pemahamannya terhadap materi dengan memberikan soal-soal Latihan, tugas, dan sejenisnya.
3. Materi dalam bahan ajar harus relevan dengan konteks tugas dan lingkungan peserta didik, sehingga peserta didik dapat lebih mudah menghubungkan pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari.
4. Bahan ajar harus disusun dengan bahasa dan presentasi yang sederhana karena peserta didik akan menggunakannya Ketika belajar secara mandiri.

2.3.3 Jenis -jenis bahan ajar

Menurut Yuberti (2014), pada proses Pendidikan yang beragam, pendidik memiliki kebebasan untuk memilih serta mengembangkan bahan ajar sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Dalam hal ini, pendidik dapat menggunakan

bahan ajar yang telah tersedia atau menciptakan materi pembelajaran sendiri dengan pendekatan kreatif dan inovatif. Pengembangan keputusan terkait pemilihan bahan ajar sebaiknya mempertimbangkan kemampuan pendidik dan peserta didik. Dengan demikian, pendidik memiliki fleksibilitas untuk menyesuaikan bahan ajar agar sesuai dengan kondisi dan kebutuhan spesifik dalam lingkungan pembelajaran. Jenis-jenis bahan ajar yang dapat digunakan dalam pembelajaran yaitu sebagai berikut:

1. Bahan ajar cetak: jenis bahan ajar cetak meliputi *handout*, buku, modul, brosur, dan lembar kerja peserta didik. Bahan ajar cetak adalah materi yang disediakan dalam bentuk tertulis dan biasanya diberikan kepada peserta didik dalam bentuk kertas atau buku sebagai panduan atau referensi selama proses pembelajaran.
2. Bahan ajar non cetak: jenis bahan ajar noncetak melibatkan berbagai media non-tulisan, seperti materi audio (kaset, radio, piringan hitam, CD audio), materi visual audio (video CD, film), serta bahan ajar multimedia interaktif (bahan ajar berbasis web). Bahan ajar noncetak menggunakan media suara, visual, dan teknologi interaktif untuk memfasilitasi pembelajaran.

2.3.4 Fungsi bahan ajar

Menurut (Magdalena et al., 2020) menyatakan bahwa bahan ajar memiliki fungsi yang berbeda baik untuk pendidik maupun peserta didik. Berikut fungsi bahan ajar untuk pendidik:

1. Untuk memberikan bimbingan bagi seluruh kegiatan pendidik dalam proses pembelajaran dan membekali peserta didik dengan kompetensi yang seharusnya dimilikinya
2. Sebagai sarana penilaian dalam rangka memenuhi tujuan pembelajaran

Kemudian bagi peserta didik, manfaat bahan ajar yaitu :

1. Kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik
2. Memberikan kesempatan belajar secara mandiri
3. Memudahkan peserta didik untuk mempelajari setiap tujuan pembelajaran yang harus dicapai.

2.4 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e*-LKPD)

Lembar kerja peserta didik elektronik (*e*-LKPD) adalah bahan ajar yang berbentuk elektronik yang membantu peserta didik dengan mudah menyelesaikan kegiatan pembelajaran yang dapat diakses pada smartphone dan laptop. *e*-LKPD menjadi bahan ajar yang dapat mengukur kemampuan peserta didik dan sebagai pembelajaran interaktif yang bisa membuat peserta didik dapat memecahkan permasalahan secara aktif (Rahmadansah et al., 2022).

e-LKPD adalah bahan ajar yang dikemas agar peserta didik bisa mempelajari materi secara mandiri sehingga menjadikan peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran. *e*-LKPD merupakan lembar kerja peserta didik berbentuk softfile yang dapat diakses dan dikerjakan kapanpun dan dimanapun dengan menggunakan alat elektronik berupa laptop, gadget, dan computer. *e*-LKPD berbasis proyek dapat mengatasi keterbatasan waktu belajar disekolah karena peserta didik dapat

merancang sendiri dan mengerjakan proyek tersebut di luar jam(Kurniawati et al., 2017).

LKPD elektronik adalah perangkat pembelajaran berbantuan internet yang disusun secara sistematis dalam unit pembelajaran tertentu dan disajikan secara elektronik. LKPD elektronik dapat menampilkan seperti gambar, teks, video, dan soal-soal yang dapat dinilai secara otomatis. LKPD elektronik juga dapat didesain dan disesuaikan dengan keinginan dan kreatifitas pendidik sehingga dapat menarik perhatian peserta didik dan mengoptimalkan proses belajar mengajar (Pamungkas & Fitriyani, 2023).

2.4.1 Kriteria *e*-LKPD Yang Baik

Lembar kerja peserta didik yang baik adalah LKPD yang memenuhi syarat ditaktif, konstruksi, dan teknis, memiliki penampilan yang menarik, sesuai dengan kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK) dan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai. LKPD dapat dibuat dengan berbagai variasi, meningkatkan rasa ingin tahu dan minat peserta didik untuk belajar, tidak membosankan, mudah dipahami, dan menggunakan bahasa yang sederhana. LKPD juga bervariasi sesuai dengan karakter peserta didik. Dari segi tampilan, LKPD yang baik menampilkan ilustrasi yang menarik dan tata letak yang tidak membosankan. Selain itu LKPD juga harus berwarna, memiliki ruang menulis jawaban yang disesuaikan, terdapat video serta gambar yang dapat menumbuhkan minat, semangat, dan perhatian peserta didik dalam mengerjakan LKPD.

Menurut kokasih (2021) sebagai salah satu sumber ajar yang mempunyai fungsi sebagai pedoman kinerja peserta didik, LKPD yang baik hendaknya memiliki kriteria-kriteria sebagai berikut:

1. Menekankan keterampilan proses yang di dalamnya berisi kegiatan-kegiatan sistematis dan terperinci, tentang kegiatan peserta didik berkaitan dengan KD atau indikator tertentu.
2. Menyajikan kegiatan yang bervariasi, dimulai dari yang sederhana kepada yang kompleks, sesuai indikator pembelajaran yang telah dirancang oleh Pendidik sebelumnya.
3. Berisi kegiatan yang terukur yang memungkinkan untuk dilakukan oleh peserta didik, sesuai dengan kemampuan, bakat, dan minat peserta didik.
4. Mengoptimalkan dan dapat mewakili cara belajar peserta didik yang beragam seperti auditif, visual, dan kinestetik.
5. Mempunyai kesesuaian konsep dengan kebenaran keilmuan pada setiap prosedur kegiatan.
6. Menyajikan sejumlah kegiatan pada semua dimensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan dengan memperhatikan alokasi waktu yang disediakan.
7. Mendorong peserta didik untuk mengaplikasikan konsep-konsep yang ada dalam buku teks, kepada pengembangan dalam kehidupan sehari-hari melalui sejumlah Latihan, masalah, dan tugas-tugas yang tersaji di dalamnya.
8. Menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik.
9. Menampilkan sajian ilustrasi yang menarik dan tata letak yang tidak membosankan.

2.4.2 Langkah -Langkah Penyusunan *e*-LKPD

Ada beberapa langkah penyusunan *e*-LKPD menurut diknas (Muslimah, 2020) agar *e*-LKPD sesuai dengan kriteria yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan analisis kurikulum pada tahap ini peneliti harus menentukan materi yang akan disajikan di dalam *e*-LKPD.
2. Menyusun Peta Kebutuhan *e*-LKPD

Penyusunan ini diperlukan dengan tujuan agar mengetahui jumlah *e*-LKPD yang harus ditulis dan melihat sekuensya. Karena sekuens *e*-LKPD sangat dibutuhkan dalam menentukan prioritas penulis agar *e*-LKPD yang dihasilkan sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh peserta didik sehingga menghasilkan produk *e*-LKPD yang berkualitas.

3. Menentukan Judul *e*-LKPD

Judul *e*-LKPD ditentukan berdasarkan kompetensi-kompetensi dasar, materi pokok dan pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum.

4. Penulisan *e*-LKPD

Langkah-langkah penulisan *e*-LKPD yang harus dilakukan yaitu:

- a. Merumuskan CP, TP dan ATP dalam pembelajaran.
- b. Menentukan alat penilaian untuk penilaian yang akan digunakan.
- c. Menyusun materi yang akan digunakan.
- d. Memperhatikan struktur *e*-LKPD yang terdiri dari judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas-tugas dan langkah kerjanya, serta penilaian.

2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan *e*-LKPD

A. Kelebihan *e*-LKPD

Menurut (Puriasih & Rati, 2022) *e*-LKPD memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan *e*-LKPD cetak, salah satunya adalah memudahkan peserta didik untuk berpartisipasi dalam kegiatan belajar dan memahami materi melalui berbagai perangkat elektronik yang sesuai. Ini juga memudahkan peserta didik untuk menyelesaikan tugas dan memungkan pendidik untuk mengevaluasi pekerjaan peserta didik. Selanjutnya, *e*-LKPD mampu mengurangi ruang dan waktu, serta mampu menjadi alat Pendidikan yang dapat menarik minat peserta didik untuk belajar. Memasukkan materi pembelajaran *e*-LKPD juga memasukkan foto dan video pembelajaran yang sesuai dengan informasi yang diberikan.

Apriliyani & Mulyatna (2021), menjelaskan keunggulan dari *e*-LKPD yaitu sebagai berikut:

1. Peserta didik dapat melihat materi dan soal dari mana saja (interaksi multiarah)
2. Peserta didik dapat menggunakan smartphone dalam pembelajaran
3. Peserta didik dapat mengenal metode pembelajaran yang menarik dan baru
4. Penyajian materi dan soal-soal pada *e*-LKPD lebih menarik sehingga dapat meningkatkan minat belajar peserta didik

B. Kekurangan *e*-LKPD

Seperti yang dikatakan Syafitri & Tressyalina (2020) dalam segala hal pasti ada kekurangan. Salah satunya adalah *e*-LKPD memiliki kekurangan diantaranya, jika petunjuk penggunaan *e*-LKPD tidak tepat, peserta didik akan kesulitan menggunakan *e*-LKPD tersebut dan pembuktian secara langsung dengan

melakukan praktikum dan percobaan membutuhkan alat-alat yang harus memadai dan waktu yang Panjang sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam mendapatkan hasil pembuktian.

Kekurangan dari penggunaan *e*-LKPD adalah sebagai berikut:

1. Peserta didik hanya dapat menggunakan jika terhubung dengan jaringan internet.
2. *e*-LKPD hanya dapat digunakan oleh pendidik maupun peserta didik yang memiliki kemampuan IT bagi yang belum mengetahui akan mengalami sedikit kesulitan dalam menggunakan *e*-LKPD.

2.5 Model *Project Based Learning* (PJBL)

Model pembelajaran *Project Based Learning* adalah pembelajaran yang memberikan peluang kepada pendidik untuk mengelola proses pembelajaran dengan melibatkan pengerjaan proyek. Menurut Hosnan (2014), PjBL merupakan model pembelajaran yang mengambil masalah sebagai titik awal untuk mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru yang diperoleh dari pengalaman beraktivitas secara nyata. Model PjBL memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk belajar dan belkerja sama dalam menyelesaikan permasalahan, di mana hasil kerja mereka kemudian dipresentasikan kepada audiens. Harapannya, peserta didik dapat aktif terlibat dalam proses identifikasi masalah, penyelesaian masalah, pengambilan keputusan, dan kegiatan investigative lainnya.

Pembelajaran berbasis PjBL adalah tipe aktifitas belajar yang menggunakan proyek/Latihan menyerupai instrument aktifitas belajar untuk menjangkau kemampuan. Pembelajaran berbasis PjBL merupakan tipe aktifitas belajar yang

menekankan pada pelajar dan memberikan peristiwa belajar yang berharga bagi pelajar (Jonas dkk., t.t.). Jadi pembelajaran berbasis PjBL adalah proses aktifitas belajar dimana peserta didik memakai proyek untuk menyempurnakan respons, intelektualitas, dan keunggulan.

2.5.1 Karakteristik Model *Project Based Learning* (PJBL)

Berikut ini merupakan karakteristik model *project based learning* yaitu:

1. Peserta didik akan menentukan kerangka proses untuk mengerjakan proyek
2. Peserta didik dapat menyelesaikan masalah yang diberikan
3. Peserta didik menentukan cara untuk menyelesaikan masalah yang diberikan
4. Dengan cara berkelompok, peserta didik bertugas untuk mengelola informasi dan pengetahuan yang ada serta mampu untuk menyelesaikan masalah
5. Kemudian , penilaian dilakukan secara berlanjut
6. Peserta didik mempunyai kesempatan untuk melakukan Gambaran tentang project yang dikerjakan.
7. Produk yang dihasilkan dievaluasi secara kualitatif
8. Adanya lingkungan belajar yang memberikan peluang bagi peserta didik sehingga dapat melakukan modifikasi agar peserta didik menjadi aktif dalam pembelajaran.

2.5.2 Sintaks Model PjBL

Langkah -langkah dalam model pembelajaran berbasis proyek (PJBL) yaitu sebagai berikut:

1. Tahap pertama : penentuan proyek penyampaian topik dalam teori oleh pendidik kemudian disusul dengan kegiatan pengajuan pertanyaan oleh peserta

didik mengenai bagaimana memecahkan masalah. Selain mengajukan pertanyaan peserta didik harus mencari langkah yang sesuai dengan pemecahan masalahnya.

2. Tahap kedua : perencanaan langkah-langkah penyelesaian proyek pendidik melakukan pengelompokan terhadap peserta didik sesuai dengan prosedur pembuatan proyek. Pada Kd menerapkan komunikasi efektif kehumasan menunjukkan ketidak tuntasan pada ranah kognitif. Kemudian peserta didik melakukan pemecahan masalah melalui kegiatan diskusi bahkan terjun langsung dalam lapangan.
3. Tahap ketiga : penyusunan jadwal pelaksanaan proyek melakukan penetapan langkah-langkah serta jadwal antara peserta didik dan pendidik dalam penyelesaian proyek tersebut. Setelah melakukan batas waktu maka peserta didik dapat melakukan penyusunan langkah serta jadwal dalam realisasinya.
4. Tahap keempat : penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring pendidik pemantauan yang dilakukan oleh pendidik mengenai keaktifan peserta didik. Ketika menyelesaikan proyek serta realisasi yang dilakukan dalam penyelesaian pemecahan masalah.

2.5.3 Kelebihan dan Kekurangan *project Based Learning* (PjBL)

(Nyoman et al., 2024) menjelaskan tentang keunggulan dari penerapan model pembelajaran *project based learning* adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan motivasi belajar peserta didik untuk mendorong kemampuan agar melakukan pekerjaan penting dan mereka patut dihargai.

2. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan membuat peserta didik menjadi lebih aktif serta berhasil memecahkan problem- problem yang kompleks.
3. Meningkatkan kolaborasi, Mendorong peserta diddik agar mengembangkan, dan mempraktikkan komunikasi mereka.
4. Meningkatkan keterampilan peserta didik dalam mengelola sumber.
5. Memberikan pengalaman kepada peserta didik pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek dan membuat waktu dan sumber-sumber untuk melengkapi tugas.
6. Menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan peserta didik secara kompleks dan dirancang berkembang sesuai dunia nyata.
7. Melibatkan peserta didik dalam belajar mengambil informasi dan menunjukkan pengetahuan yang mereka miliki serta mengimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari, pendidik harus membuat suasana belajar menyenangkan supaya peserta didik menikmati proses pembelajaran.

Adapun kekurangan dari model *project based learning* (PJBL) yang dijelaskan oleh (Monti et al., 2003) yaitu sebagai berikut:

1. Masih banyak pendidik yang belum mampu membawakan peserta didiknya ke dalam pemecahan masalah.
2. Memerlukan waktu yang tidak singkat atau membutuhkan waktu yang lama dan memerlukan biaya yang tidak mudah
3. Sulit dipantau oleh pendidik karena aktivitas yang dilakukan peserta didik itu diluar kelas

2.6 Kearifan Lokal

Kearifan lokal sebagai sumber pembelajaran sains (biologi, kimia dan fisika) akan lebih bersifat kontekstual. Pengembangan pembelajaran dengan berbasis kearifan lokal sangat membantu proses belajar peserta didik dan mengajar pendidik (Susanti, 2013). Pembelajaran kearifan lokal merupakan usaha sadar yang terencana melalui penggalan dan pemanfaatan potensi daerah setempat secara arif dalam upaya mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran, agar peserta didik aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki keahlian, pengetahuan, dan sikap dalam upaya ikut serta membangun bangsa dan Negara. Hal ini sejalan dengan pendapat Mannan, dkk (2015) Dimana pembelajaran yang terintegrasi dengan potensi daerah diharapkan dapat mengembangkan potensi setiap wilayah serta meningkatkan kreativitas dan karakter mahasiswa.

Pengintegrasian kearifan lokal pada bahan ajar juga dapat memudahkan peserta didik dalam memahami konsep-konsep materi karena berhubungan langsung dengan kehidupan sehari-hari, terutama materi kimia (Fitriyah & Ghofur, 2022). Kearifan lokal juga dianggap sebagai aspek penting yang harus terintegrasi dalam kurikulum Merdeka untuk mengembangkan pemahaman dan menghargai nilai-nilai budaya daerah setempat.

Pembuatan pewarna alami batik jambi yang dihubungkan dengan konsep kimia yaitu pada materi kimia hijau. Ini merupakan perwujudan nyata dari prinsip-prinsip kimia hijau. Untuk teknik pewarnaan dapat memanfaatkan potensi sumber bahan alam yang ada di sekitar daerah jambi yaitu daun telang. Penggunaan bahan-bahan alami untuk pewarna batik jambi tidak hanya mengurangi ketergantungan pada

bahan kimia sintesis yang berbahaya, tetapi juga untuk mempertahankan eksistensi batik yang natural dan ramah lingkungan perlu diajarkan pada peserta didik untuk membangun kepedulian terhadap lingkungan hidup berkelanjutan dalam menjaga kota jambi yang bersih dan sehat.

2.7 Canva

Canva merupakan aplikasi berbasis teknologi yang memungkinkan pendidik dapat membuat ruang belajar sendiri untuk mencapai tujuan pembelajaran mereka. Dengan menggunakan aplikasi canva, kita dapat membuat templat dan desain yang menarik dengan menggunakan berbagai macam elemen seperti gambar, warna, ikon, tombol, teks, dan font tambahan untuk membuat background video yang menarik. Tidak hanya pendidik yang bisa menggunakan powerpoint di canva, tetapi peserta didik yang ingin menyampaikan materi yang membutuhkan powerpoint. (Rosmana et al., 2024)

Aplikasi canva, yang berasal dari Australia pada tahun 2013, adalah platform desain grafis yang menarik dan disarankan untuk pendidik saat membuat bahan ajar. Aplikasi ini digunakan untuk membuat grafik media sosial, presentasi, poster, dokumen, dan konten visual lainnya. Canva sebagai salah satu media pengajaran yang merupakan sebagai alat bantu mengajar (Tonra et al., 2023).

Aplikasi canva memiliki desain yang menarik, yang memungkinkan pendidik dan peserta didik untuk meningkatkan kreativitas mereka dalam mendesain media pembelajaran. Fitur-fiturnya juga mudah digunakan dan menghemat waktu saat mendesain media pembelajaran. Diharapkan bahwa peserta didik dapat

meningkatkan hasil belajar mereka secara efektif dan efisien dengan menggunakan aplikasi ini (Maryunani,2021).

Canva merupakan pilihan yang sangat cocok dan baik bagi pendidik karena memiliki platform yang mudah digunakan dan juga canva mendukung kreativitas pendidik dalam Menyusun materi pembelajaran dan menyediakan banyak template yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dalam pembelajaran. Selain itu, canva menyediakan perpustakaan virtual dengan berbagai macam bahan pendukung seperti gambar, audio, video.

2.7.1 Kelebihan dan Kekurangan Canva

(Putri,A,Arrasuli, B.A., & Adelia : 2022) menyatakan canva memiliki kelebihan dan kekurangan yaitu sebagai berikut :

a. Kelebihan canva

1. Memiliki banyak pilihan desain animasi, grafis, template, dan lembaran yang menarik
2. Memiliki kemampuan untuk menyesuaikan menyesuaikan waktu yang dibutuhkan untuk mendesain media pembelajaran yang efektif dan inovatif.
3. Desain media pembelajaran dapat dilakukan di mana saja melalui handphone dan laptop.
4. Aplikasi ini mudah diakses oleh pendidik dan peserta didik.
5. Menggunakan aplikasi canva membuat pendidik menjadi kreatif dan inovatif

b. Kekurangan canva

1. Aplikasi ini membutuhkan jaringan internet yang cukup dan stabil
2. Beberapa fitur baru hanya dapat diakses melalui akun premium

3. Desain video sering mengambil waktu yang lama untuk diunduh
4. Fitur insert table tidak tersedia untuk memulai slide presentasi

2.8 Model Pengembangan

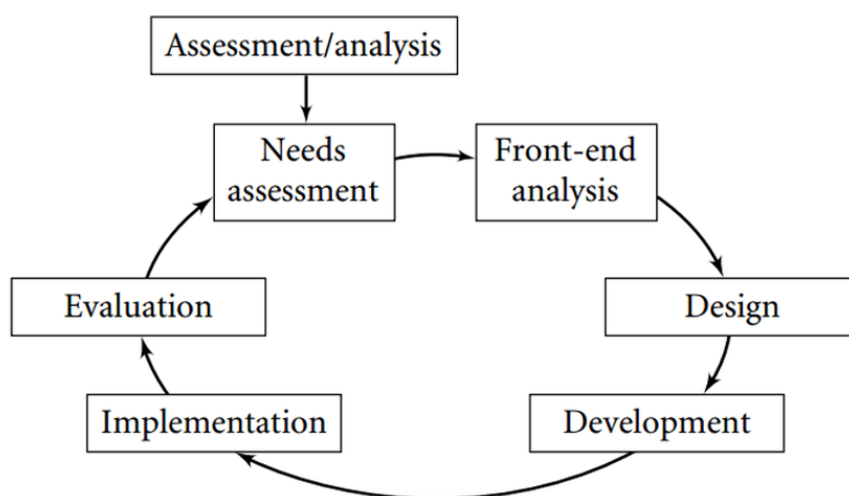
Menurut Sugiyono (2013) penelitian dan pengembangan juga dikenal sebagai *Research and Development* adalah jenis penelitian yang digunakan untuk membuat produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan menguji seberapa efektif produk tersebut. Jenis penelitian ini mencakup analisis kebutuhan dan menguji seberapa efektif produk tersebut. Menurut Borg and Gall, model penelitian dan pengembangan merujuk pada “*a process used develop and validate educational product*”. Mereka menyatakan bahwa model ini mengacu pada upaya untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan yang digunakan dalam proses pembelajaran.

Penelitian pengembangan membantu pengembang memilih model dan langkah-langkah yang tepat untuk proses pengembangan. Penelitian ini akan dilakukan menggunakan model penelitian dan pengembangan (research and development) yang diusulkan oleh Lee dan Owens. Model ini didedikasikan untuk pengembangan media dan disebut sebagai model prosedural karena langkah-langkahnya disusun secara sistematis dan memiliki urutan langkah yang jelas untuk setiap langkah pengembangan.

Alasan peneliti memilih model Lee dan Owens dalam penelitian pengembangan ini dipilih karena struktur tahapannya yang sistematis dan sesuai dengan pengembangan produk pembelajaran. Dimana model ini sangat cocok dengan hasil

produk yang akan dikembangkan yaitu produk *e*-LKPD. Kelima tahapan dalam model pengembangan ini tersusun secara sistematis dan jelas untuk mengembangkan produk-produk dalam pengembangan *e*-LKPD. Selain itu model ini telah banyak digunakan dalam berbagai pengembangan dan terbukti menghasilkan produk yang baik.

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Lee & Owens (2004) merupakan model pengembangan yang dikatakan sebagai model procedural karena urutan dalam langkah prosesnya tersusun secara sistematis dan memiliki langkah pengembangan yang telah tersusun dengan jelas. Prosedur penelitian dan pengembangan dalam model Lee & Owens memiliki lima tahapan, yaitu penilaian/analisis (assessment/analysis), desain (design), pengembangan (development), implementasi (implementation), dan evaluasi (evalutation). Adapun skema tahapan-tahapan model Lee & Owens dapat dilihat pada gambar yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.1 Model Pengembangan Yang Digunakan

1. Analisis (*Analysis*)

Pada tahap ini terdapat dua analisis yaitu analisis kebutuhan (need assessment) dan analisis awal akhir (from end analysis). Analisis kebutuhan dilakukan dengan melakukan observasi kecil dalam kelas di sekolah yang bersangkutan dengan tujuan untuk mengamati dan menganalisis kebutuhan proses pembelajaran. Analisis awal akhir adalah suatu proses menganalisis data informasi yang telah diperoleh dari kegiatan observasi dan wawancara untuk dikembangkan ke tahap berikutnya (Prasetyo et al., 2018).

Menurut (Hakim, 2020), menyatakan bahwa pada tahap analisis terdapat menjadi dua yaitu analisis kebutuhan dan analisis awal-akhir berikut ini :

a. Analisis

Analisis kebutuhan peserta didik dilakukan dengan menggunakan metode observasi dan wawancara. Tahap ini peneliti melakukan observasi pada SMA Negeri 3 Kota Jambi. Tujuan dari analisis ini untuk mengetahui kondisi nyata dan yang diharapkan

b. *Front-End -Analysis*

Pada tahap ini dilakukan agar mendapatkan informasi yang lengkap terkait apa yang dikembangkan. Tahap ini dilakukan analisis kebutuhan dan karakteristik peserta didik, analisis tujuan, analisis materi dan analisis teknologi.

1) Menganalisis kebutuhan peserta didik

Analisis kebutuhan peserta didik yaitu untuk mengetahui kebutuhan sumber belajar peserta didik dan masalah yang sering terjadi pada saat proses pembelajaran. Hasil yang diperoleh dari analisis akan disesuaikan dengan pengembangan media pembelajaran.

2) Analisis karakter peserta didik

Analisis karakteristik peserta didik merupakan tahap untuk mengidentifikasi karakter peserta didik yaitu berkaitan dengan kemampuan awal yang dimiliki peserta didik, tingkat kemampuan dan gaya belajar peserta didik. Hasil yang diperoleh dari analisis akan disesuaikan dengan pengembangan media pembelajaran. analisis ini bertujuan agar dapat membuat dan menerapkan media pembelajaran sesuai dengan keadaan serta karakteristik peserta didik.

3) Analisis tujuan pembelajaran

Analisis tujuan pembelajaran adalah proses untuk menentukan apa yang ingin dicapai dalam kegiatan belajar. Ini mencakup identifikasi kompetensi yang harus dimiliki siswa setelah mengikuti pembelajaran. Tujuan yang jelas membantu guru dalam merancang kegiatan yang sesuai dan relevan (Magdalena et al., 2023). Analisis tujuan pembelajaran dilakukan untuk menetapkan kebutuhan dasar dalam mengembangkan suatu media yang dikembangkan sehingga sesuai dengan capaian pembelajaran yang akan dicapai oleh peserta didik.

4) Analisis materi

Analisis materi adalah proses sistematis untuk mengevaluasi dan menilai konten pembelajaran yang akan diajarkan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa materi tersebut relevan, sesuai dengan tujuan pembelajaran, dan efektif dalam mendukung pemahaman siswa (Narunita & Kusuma, 2023). Materi pembelajaran sangat penting dalam mencapai tujuan kurikulum agar dapat mengidentifikasi suatu jenis materi yang dibutuhkan, mengumpulkan & memilih bahan terkait serta menyusun secara runtut yang diharapkan. Materi yang ditetapkan dalam kegiatan pembelajaran harus dari materi yang dapat mendukung pencapaian dalam capaian pembelajaran.

5) Analisis teknologi

Analisis ini untuk mengidentifikasi kemampuan teknologi yang ada di sekolah. Hasil dari analisis kemudian dijadikan suatu acuan dalam perancangan spesifikasi media

2. Desain (*Design*)

Desain merupakan tahapan perencanaan dalam pengembangan sebuah media. Tahap desain terbagi menjadi dua tahapan yaitu jadwal kegiatan (schedule), tim proyek (project team), spesifikasi media (media specification), struktur konten (lesson specification), konfigurasi control (configuration control). Pada tahap desain meliputi kegiatan merancang media yang dikembangkan serta struktur materi yang dikembangkan pada media. Pengembangan harus menyiapkan software yang dibutuhkan dalam proses validasi ahli dan uji coba peserta didik. Spesifikasi desain sangat penting dalam

proyek pengembangan multimedia yang dirancang beberapa tahap. Berikut ini tahapan dalam desain :

a. Pembentukan tim

Dalam pengembangan produk akan memerlukan sebuah tim yang memiliki tugas dan peran dari masing-masing bidang pengembangan produk, tujuannya agar terciptanya suatu produk yang bermanfaat. Tim terdiri dari Tim Pengembangan, Validator Ahli (ahli media dan ahli materi), Validator Praktisi dan Responde

b. Jadwal penelitian

Pada penelitian desain dan pengembangan adalah suatu proses menciptakan suatu produk yang berkualitas sangat baik. Produk yang berkualitas dihasilkan pada Research and Development harus memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produk, dengan demikian pengembangan memerlukan jadwal secara terinci dan tahap demi tahap agar dapat mencapai kemajuan yang terstruktur dengan baik

c. Spesifikasi media

Spesifikasi media adalah penjelasan terhadap elemen-elemen yang terdapat dalam produk, yaitu tema, panduan gaya penulisan, teks standar, tata bahasa serta animasi dan lain-lain.

d. Struktur materi

Pada bagian struktur materi ini adalah materi yang disajikan dalam produk disusun dengan sistematis, mengikuti prinsip pembelajaran dan harus disesuaikan dengan kurikulum merdeka.

e. *Flowchart*

Flowchart adalah suatu penggambaran pada bagian-bagian yang akan ditampilkan dalam produk yang akan dikembangkan. Pembuatan *flowchart* dalam pengembangan produk bertujuan untuk pedoman bagi peneliti agar menjadi acuan pada bagian-bagian apa saja yang terdapat dalam produk yang akan dikembangkan.

f. Pembuatan *storyboard*

Pembuatan *storyboard* yaitu lanjutan dari pembuatan *flowchart* dalam mendesain media yang dapat memudahkan pengembangan. Pembuatan *storyboard* yaitu untuk pedoman dalam mengembangkan produk. Pada *storyboard* akan terlihat rancangan tampilan bahan ajar yang akan dikembangkan.

g. Evaluasi

Evaluasi pada tahap desain bertujuan untuk menyempurnakan desain yang telah dirancang menjadi lebih berkualitas dan menarik. Evaluasi dilakukan dengan berdiskusi dengan dosen pembimbing dan teman sejawat

3. Pengembangan (*Development*)

Pada tahap ini dilakukan proses pengisian materi. Kegiatan pada tahap ini menentukan suatu komponen untuk penunjang pengembangan, membuat kerangka berupa storyboard (Create Storyboard), mengembangkan elemen-elemen media (Create Assemble Media Elemen), melakukan review serta revisi produk dan penerapan produk yang dirancang dilakukan penelitian sebanyak tiga kali yaitu penelitian individu, penelitian kelompok kecil serta penelitian lapangan. Tahap-tahap dari pengembangan yaitu :

a) Mengembangkan produk

Mengembangkan produk yaitu merancang serta desain produk yang akan dikembangkan. Dalam desain ini akan membutuhkan software untuk mendukung media pembelajaran yang akan dikembangkan.

b) Validasi ahli materi

Validasi ahli materi bertujuan untuk menilai materi yang dipaparkan dalam produk telah sesuai dengan kurikulum merdeka. Validator ahli materi akan memberikan saran serta kritikan terhadap isi atau materi produk yang dikembangkan apakah telah sesuai apa belum.

c) Validasi ahli media

Validasi ahli media bertujuan untuk menilai desain produk yang dikembangkan. Validator ahli media akan memberikan saran serta kritikan terhadap produk yang dikembangkan apakah sudah sesuai dengan kriteria

d) Penilaian pendidik

Penilaian pendidik sangat penting karena pendidik akan menilai apakah produk yang dikembangkan tersebut sudah layak untuk dilakukan uji coba kepada peserta didik. Jika telah layak maka dari itu produk yang dikembangkan diuji ke kelompok kecil.

4. Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap ini diimplementasikan atau diujicobakan produk yang sudah dikembangkan. Uji coba yang dilakukan hanya pada skala kelompok kecil. Uji coba dilakukan untuk melihat penilaian praktisi atau pemakai produk.

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah produk yang dikembangkan telah mencapai tujuan ditetapkan. Evaluasi dilakukan untuk mengevaluasi kevalidan media yang dikembangkan oleh ahli media, ahli materi dan hasil uji coba media (produk).

2.9 Kimia Hijau

2.9.1 Pengertian Kimia Hijau

Kimia hijau didefinisikan sebagai suatu upaya untuk merancang (mendesain) proses kimia dan produk kimia yang dihasilkan untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan dan pembentukan zat berbahaya. Kimia hijau dilatarbelakangi oleh masalah lingkungan yang mulai muncul sejak tahun 1940-an, seiring dengan pesatnya pertumbuhan industri yang menghasilkan limbah berbahaya yang mengancam lingkungan. Tujuan utama kimia hijau adalah menciptakan zat-zat kimia yang lebih baik dan aman, serta secara bersamaan

memilih cara-cara yang paling aman dan efisien untuk menyintesis zat-zat tersebut serta mengurangi sampah atau limbah yang dihasilkan.

2.9.2 Prinsip Kimia Hijau

1. Mencegah terbentuknya limbah

Prinsip pertama menegaskan bahwa pencegahan lebih baik dari pada mengatasi limbah yang timbul setelah proses sintesis, serta meminimalkan terbentuknya limbah pada setiap proses. Hal ini disebabkan biaya penanggulangan limbah yang sangat besar

2. Memaksimalkan ekonomi atom

Metode sintesis yang digunakan harus dirancang sedemikian rupa agar seluruh jumlah atom dalam pereaksi diubah menjadi produk reaksi secara maksimal. Jika semua reaktan diubah menjadi produk, maka reaksi tersebut dikatakan memiliki nilai ekonomi atom 100 persen. Menerapkan prinsip ekonomi atom berarti juga telah mengurangi limbah pada skala tersebut.

3. Merancang proses sintesis yang aman

Kimia hijau berupaya menghindari penggunaan atau menghasilkan zat-zat yang beracun bagi manusia maupun lingkungan. Semua bahan, baik produk maupun reaktan, perlu dipertimbangkan agar tidak mengandung zat-zat berbahaya bagi manusia dan lingkungan selama reaksi berlangsung.

4. Penggunaan bahan kimia yang aman

Proses sintesis dikatakan aman jika desain yang digunakan aman dan menghasilkan bahan kimia yang tidak beracun bagi manusia maupun lingkungan.

Hal ini dapat dicapai dengan meminimalkan paparan atau mengurangi bahaya dalam proses sintesis yang melibatkan bahan kimia tersebut.

5. Menggunakan pelarut dan kondisi reaksi yang aman

Pelarut yang aman atau ramah lingkungan perlu dipilih dalam setiap proses agar dapat meminimalkan penggunaan pelarut secara berlebihan dan mengurangi limbah dalam jumlah besar. Beberapa contoh pelarut ramah lingkungan antara lain ionic liquids, karbon dioksida superkritis, dan biosolvent.

6. Meningkatkan efisiensi energi

Memilih mekanisme reaksi kimia yang membutuhkan energi paling kecil. Jika memungkinkan, reaksi kimia juga dapat dilakukan dengan menggunakan energi alternatif. Sebagai contoh yaitu melakukan proses reaksi kimia dengan radiasi gelombang mikro, ultrasonic, dan fotokimia

7. Penggunaan bahan baku terbarukan

Menggunakan bahan kimia yang terbuat dari sumber terbarukan, misalnya memilih menggunakan produk-produk hasil pertanian dari pada bahan kimia yang berasal dari sumber petrokimia, bahan bakar fosil, dan bahan tambang.

8. Menghindari derivatisasi dan modifikasi sementara dalam reaksi kimia

Kimia hijau berupaya mengurangi turunan senyawa yang tidak diperlukan atau dihindari apabila memungkinkan. Derivat menyebabkan produksi suatu zat memerlukan reaktan tambahan dan dapat menghasilkan limbah

9. Katalis

Katalis berfungsi mempercepat proses reaksi. Penggunaan katalis meningkatkan hasil reaksi, mampu mengurangi produk samping serta menghemat energi dan waktu. Katalis dapat meningkatkan selektivitas, mengurangi penggunaan zat kimia dan mengurangi penggunaan energi.

10. Merancang produk kimia yang mudah terdegradasi

Merancang produk kimia yang mudah terdegradasi dan dapat dibuang dengan mudah. Memastikan bahwa setelah digunakan produk kimia tersebut tidak beracun, tidak bioakumulatif, atau tidak persisten terhadap lingkungan

11. Menganalisis secara langsung untuk pencegahan Solusi

Prinsip ini berfokus pada tujuan yaitu mengetahui dan mempertimbangkan resiko yang terjadi. Analisis ini dilakukan untuk pencegahan, pemantauan, dan pengendalian dalam proses sebelum pembentukan zat berbahaya mencemari lingkungan.

12. Meminimalkan potensi kecelakaan

Memilih bahan kimia yang digunakan dalam reaksi kimia dan memperhatikan prosedur kimia yang lebih aman untuk meminimalkan resiko kecelakaan seperti masuknya bahan kimia ke lingkungan dan tubuh serta terjadinya ledakan.

2.9.3 Manfaat Kimia Hijau

1. Mendorong proses-proses kimia yang lebih ekonomis dengan biaya produksi dan regulasi yang lebih rendah
2. Mengalami limbah produksi
3. Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan energi
4. Mengurangi potensi kecelakaan
5. Menghasilkan produk yang lebih aman
6. Menciptakan lingkungan kerja dan komunitas yang lebih sehat
7. Melindungi kesehatan manusia dan lingkungan
8. Memberikan keunggulan kompetitif terhadap produk yang dihasilkan