

BAB II

KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

2.1. Kajian Pustaka

Implementasi E-Modul adalah proses penerapan atau pelaksanaan penggunaan media pembelajaran elektronik (E-Modul) dalam kegiatan pembelajaran secara terencana untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Implementasi tidak hanya mencakup penggunaan E-Modul oleh guru dan peserta didik, tetapi juga meliputi tahap perencanaan, pelaksanaan, pemanfaatan fitur-fitur E-Modul, hingga evaluasi hasil penggunaannya.

E-Modul atau modul elektronik adalah salah satu jenis media berbasis komputer yang berisi gambar animasi. *E-Modul* merupakan media pembelajaran berbasis komputer.

Pembelajaran menggunakan komputer dapat mengakomodasi peserta didik yang sulit menerima pelajaran, karena dapat memberikan suasana yang lebih efektif secara individual, tidak pernah lupa, tidak pernah bosan, sangat sabar dalam menjalankan instruksi seperti yang terdapat dalam program (Majid, 2020).

E-Modul merupakan salah satu dampak perkembangan teknologi, dimana Modul cetak biasa dikembangkan melalui elektronik sehingga disebut elektronik modul. Perbedaan modul dengan *E-Modul* hanya terletak pada cara membacanya (Majid, 2020).

Modul elektronik adalah perangkat elektronik terintegrasi yang dimaksudkan untuk menjalankan fungsi tertentu atau menyediakan fungsionalitas khusus dalam

system elektronik. “Modul ini biasanya berisi rangkaian sirkuit terpadu, komponen elektronik, serta konektor atau pin yang memungkinkan pemasangan atau integrasi dengan mudah ke dalam sistem yang lebih besar” (Ali, M.,2018). Elektronik modul adalah sebuah komponen atau perangkat elektronik yang terdiri dari rangkaian sirkuit terpadu (integrated circuit) dan/atau komponen elektronik lainnya yang dirancang untuk melakukan fungsi khusus. “Modul ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik untuk mengontrol, mengolah, atau memproses sinyal dan informasi” (Tocci, R. J, et al,2015).

E-Modul merupakan materi multimedia digital dan non cetak yang disusun secara sistematis dan dapat digunakan peserta didik untuk belajar mandiri, sehingga peserta didik diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan dengan caranya sendiri. *E-Modul* dirancang berdasarkan kurikulum yang berlaku serta dikemas dalam satuan waktu tertentu yang dan ditampilkan menggunakan teknologi elektronik seperti komputer atau android. *E-Modul* merupakan kemajuan dari bidang teknologi yang merubah modul dari bentuk cetak menjadi modul dalam bentuk elektronik. “Akan tetapi karakteristik *E-Modul* sama halnya dengan modul cetak, karena karakteristik modul cetak dapat diterapkan untuk pembuatan *E-Modul*” (Majid, 2020).

Berdasarkan pengertian *E-Modul* dan modul cetak, terlihat bahwa tidak ada perbedaan prinsip pengembangan antara modul cetak dan *E-Modul*. Perbedaan yang terlihat hanya bentuk sajian secara fisik saja, sedangkan komponen yang terdapat didalamnya sama dengan modul cetak. “*E-Modul* mengadaptasi komponen-komponen dari modul cetak pada umumnya” (Majid, 2020).

Menurut Jensen, BBL adalah pembelajaran yang diselaraskan dengan cara otak didesain secara alamiah untuk belajar. Jika pendekatan ini diterapkan ke dalam

format E-modul IPA perancangannya harus mengikuti 7 tahapan BBL berikut:

1. Pra-pemaparan

Tahap ini bertujuan untuk memberikan "pemanasan" atau kerangka dasar kepada otak siswa sebelum pembelajaran inti dimulai. Implementasi di E-modul: E-modul tidak langsung menyajikan teks materi yang panjang. Halaman awal bisa berupa mind map (peta konsep) yang menarik secara visual, atau cuplikan video pendek tentang fenomena alam di sekitar siswa (misalnya, fenomena lingkungan di wilayah Cibanten).

2. Persiapan

Tahap ini berfungsi untuk membangkitkan rasa ingin tahu, memancing emosi positif, dan mempersiapkan kondisi mental siswa agar siap menerima informasi. Implementasi di E-modul: Modul menyajikan cerita pendek, komik digital, atau pertanyaan pemantik yang sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari

3. Inisiasi dan Akuisisi (Initiation & Acquisition)

Ini adalah tahap penyerapan informasi di mana siswa mulai mempelajari materi secara mendalam. Otak manusia menyerap informasi lebih baik melalui rangsangan multisensori. Implementasi di E-modul: Materi disajikan secara ringkas dan dipadukan dengan multimedia. Misalnya, saat mempelajari materi sistem pencernaan, E-modul menampilkan yang berwarna dan bersifat interaktif. Siswa dapat mengklik organ tertentu untuk memunculkan penjelasan, sehingga stimulasi visual dan kinestetik motorik terjadi secara bersamaan.

4. Elaborasi

Fase ini menuntut pemrosesan informasi tingkat tinggi, bukan sekadar menghafal. Siswa diajak untuk memikirkan makna dari materi tersebut. Implementasi di E-modul:

Disediakan fitur simulasi atau drag-and-drop. Misalnya, siswa diminta untuk mengurutkan tahapan siklus air yang diacak, atau melakukan praktikum maya (virtual lab) sederhana di dalam modul untuk melatih keterampilan berpikir kritis.

5. Inkubasi dan Memasukkan Memori (Incubation & Memory Encoding)

Otak anak usia SD sangat rentan mengalami kelelahan kognitif (cognitive overload). Fase inkubasi memberi waktu jeda agar otak dapat memproses informasi dari memori jangka pendek menjadi memori jangka panjang. Implementasi di E-modul: Disisipkan fitur Brain Break. Setelah 15-20 menit belajar, E-modul akan memberikan notifikasi jeda. Siswa diarahkan untuk melakukan peregangan melalui panduan video brain gym (senam otak) sederhana, atau sekadar anjuran untuk melepaskan pandangan dari layar gawai ke lingkungan sekitar selama dua menit.

6. Verifikasi dan Pengecekan Keyakinan (Verification)

Tahap ini dilakukan untuk mengecek seberapa jauh materi telah dipahami dan untuk meluruskan miskonsepsi yang mungkin terjadi. Implementasi di E-modul: Menyediakan kuis interaktif yang sifatnya low-stress (tanpa beban ancaman nilai). Menurut Jensen, rasa terancam akan menghambat fungsi belajar otak. Jadi, jika jawaban siswa salah, E-modul tidak langsung menyalahkan, melainkan memberikan feedback berupa penjelasan yang ramah dan membangun.

7. Perayaan dan Integrasi (Celebration & Integration)

Perayaan akan menciptakan emosi positif (memicu pelepasan hormon dopamin) yang memperkuat ikatan memori secara permanen di dalam otak. Implementasi di E-modul: Ketika siswa berhasil menyelesaikan modul atau tantangan kuis, muncul animasi perayaan, efek suara yang ceria, atau pemberian digital badge (lencana digital). E-modul juga dapat menyediakan kolom refleksi di mana siswa diminta

menuliskan satu hal baru yang paling menyenangkan dari pembelajaran hari itu. Implementasi e-modul IPA di sekolah akan mencapai potensi maksimalnya apabila disusun berdasarkan cara kerja alamiah otak peserta didik, yaitu melalui pendekatan *Brain Based Learning*. Karakteristik e-modul yang dikemukakan oleh Azhar Arsyad (2017) sangat relevan dan dapat diintegrasikan secara langsung dengan prinsip-prinsip BBL.

Berikut adalah implementasi integrasi tersebut di dalam bahan ajar:

1. Penyusunan Sistematis untuk Mencegah Beban Kognitif: Otak manusia secara alamiah selalu mencari pola dan makna. E-modul IPA yang disusun secara sistematis (Arsyad, 2017) membantu otak peserta didik mengenali pola materi alam dan mencegah terjadinya kelebihan beban kognitif (*cognitive overload*). Kejelasan komponen "Tujuan Pembelajaran" di awal modul juga memberikan kerangka kesiapan mental (pra-pemaparan) agar otak tahu persis apa yang akan dipelajari.
2. Interaktivitas untuk Stimulasi Multisensori: Pembelajaran IPA sangat erat dengan pengamatan dan fenomena alam. Melalui sifat interaktif e-modul, materi IPA tidak hanya disajikan lewat teks, tetapi juga simulasi virtual dan video. Hal ini sejalan dengan prinsip BBL bahwa otak menyerap informasi secara optimal melalui rangsangan multisensori dan lingkungan yang kaya akan stimulasi (*enriched environment*).
3. Belajar Mandiri untuk Menurunkan Tingkat Stres: Menurut prinsip BBL, otak akan belajar paling baik dalam kondisi relaksasi yang waspada (*relaxed alertness*) dan terhambat oleh rasa takut atau ancaman. Karakteristik e-modul yang memungkinkan belajar mandiri memberikan kebebasan waktu (*self-paced*

learning). Peserta didik dapat mengulang materi IPA yang sulit tanpa merasa tertekan atau malu, sehingga menciptakan emosi positif yang memperkuat memori.

4. Latihan dan Evaluasi sebagai Tahap Verifikasi: Komponen latihan dan evaluasi dalam e-modul (Arsyad, 2017) sejalan dengan tahap verifikasi dalam BBL. Dalam e-modul berbasis BBL, latihan dirancang bukan sebagai ancaman nilai, melainkan sebagai umpan balik langsung (*immediate feedback*). Evaluasi yang diberikan disertai dengan penguatan positif (seperti lencana digital atau pesan motivasi) memicu pelepasan hormon dopamin di otak, yang berfungsi mengunci memori materi IPA ke dalam ingatan jangka panjang.

Berdasarkan sintesis tersebut, dapat disimpulkan bahwa e-modul IPA yang dirancang dengan memenuhi kriteria sistematis, interaktif, memandirikan, dan memiliki komponen lengkap (Arsyad, 2017), merupakan wadah digital yang ideal untuk menerapkan tahapan-tahapan *Brain Based Learning*. Kombinasi ini tidak hanya mendigitalkan teks, tetapi mentransformasi cara peserta didik memproses dan memahami ilmu pengetahuan alam

Teori Brain Based Learning (Pembelajaran Berbasis Otak)

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan penting yang harus dimiliki peserta didik dalam pembelajaran abad ke-21. Kemampuan ini tidak hanya berkaitan dengan penguasaan materi, tetapi juga kemampuan dalam menganalisis, mengevaluasi, dan mengambil keputusan secara rasional. Menurut Robert H. Ennis (2011), berpikir kritis adalah proses berpikir reflektif dan rasional yang berfokus pada penentuan apa yang harus diyakini atau dilakukan. Dalam konteks

pembelajaran, kemampuan ini menjadi dasar bagi peserta didik untuk memahami konsep secara mendalam serta mampu menyelesaikan permasalahan secara logis.

Lebih lanjut, Ennis (2011) mengemukakan bahwa keterampilan berpikir kritis memiliki beberapa indikator utama, yaitu klarifikasi, penilaian, inferensi, penjelasan, dan strategi atau metakognisi. Klarifikasi berkaitan dengan kemampuan peserta didik dalam memfokuskan pertanyaan dan menganalisis permasalahan. Penilaian berkaitan dengan kemampuan menilai kredibilitas sumber informasi. Inferensi merupakan kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan data atau fakta yang tersedia. Penjelasan adalah kemampuan menguraikan kembali informasi secara jelas, sedangkan strategi atau metakognisi berkaitan dengan kemampuan mengatur dan mengevaluasi proses berpikir sendiri. Indikator-indikator ini menjadi acuan dalam mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Sejalan dengan pendapat tersebut, Richard Paul dan Linda Elder (2006) menyatakan bahwa berpikir kritis merupakan proses menganalisis dan mengevaluasi pemikiran untuk memperbaikinya. Dalam pandangan ini, berpikir kritis tidak hanya sekadar memahami informasi, tetapi juga melibatkan kemampuan untuk mengevaluasi kualitas pemikiran itu sendiri. Peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis yang baik akan menunjukkan peningkatan kualitas cara berpikir, kemampuan mengevaluasi informasi secara mendalam, serta berpikir secara sistematis dan reflektif.

Pengembangan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA dapat dilakukan melalui penggunaan media pembelajaran yang tepat, salah satunya adalah E-modul. Menurut Azhar Arsyad (2017), media pembelajaran merupakan alat yang digunakan untuk menyampaikan pesan pembelajaran sehingga dapat merangsang pikiran,

perasaan, perhatian, dan minat peserta didik. E-modul sebagai media digital memiliki keunggulan karena disusun secara sistematis, bersifat interaktif, dan memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri. Dengan karakteristik tersebut, E-modul dapat membantu peserta didik memahami konsep IPA secara lebih efektif dan mendalam.

Selain itu, penggunaan E-modul dalam pembelajaran akan lebih optimal apabila dipadukan dengan pendekatan Brain Based Learning. Menurut Eric Jensen (2008), Brain Based Learning adalah pendekatan pembelajaran yang disesuaikan dengan cara kerja otak secara alami. Jensen menekankan bahwa pembelajaran akan lebih efektif apabila memperhatikan prinsip-prinsip kerja otak, seperti menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan, melibatkan emosi peserta didik, serta memberikan aktivitas belajar yang aktif dan bermakna. Dalam pembelajaran IPA, pendekatan ini sangat relevan karena dapat membantu peserta didik memahami konsep secara kontekstual dan mendalam.

Penerapan E-modul IPA berbasis Brain Based Learning memungkinkan peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Melalui aktivitas yang terdapat dalam E-modul, seperti latihan soal, pemecahan masalah, dan evaluasi, peserta didik didorong untuk berpikir secara kritis. Selain itu, penyajian materi yang menarik dan interaktif dapat meningkatkan motivasi belajar serta keterlibatan emosional peserta didik. Hal ini sesuai dengan prinsip Brain Based Learning yang menekankan pentingnya keterlibatan emosi dan pengalaman dalam proses belajar.

Dengan demikian, hasil keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penggunaan E-modul IPA berbasis Brain Based Learning dapat dilihat dari beberapa aspek, yaitu meningkatnya kemampuan dalam menganalisis permasalahan, mengevaluasi

informasi secara mendalam, menarik kesimpulan yang logis, serta berpikir secara sistematis dan reflektif. Selain itu, peserta didik juga menunjukkan peningkatan keaktifan dan kemandirian dalam belajar.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan E-modul IPA berbasis Brain Based Learning memiliki peran yang signifikan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Integrasi antara media pembelajaran digital yang interaktif dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan cara kerja otak mampu menciptakan pembelajaran yang lebih efektif, bermakna, dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Brain Based Learning adalah pendekatan pendidikan yang didasarkan pada prinsip-prinsip bagaimana otak secara alami belajar dan berkembang. Konsep ini menekankan bahwa proses pembelajaran yang efektif harus mempertimbangkan cara kerja otak manusia. Menurut Jensen (2008), *Brain Based Learning* adalah “strategi pembelajaran yang didasarkan pada pengetahuan terkini tentang fungsi otak, termasuk bagaimana otak menerima, menyimpan, dan memproses informasi.” Pendekatan ini menggunakan hasil penelitian neuropsikologi dan neurosains yang menunjukkan bahwa pembelajaran akan lebih efektif jika sesuai dengan cara otak bekerja secara alami. Sebagai contoh, otak manusia lebih mudah memproses informasi jika disajikan dalam bentuk visual dan melalui pengalaman langsung dibandingkan dengan metode pembelajaran yang bersifat verbal atau ceramah. *Brain Based Learning* juga menekankan pentingnya lingkungan yang mendukung, seperti suasana kelas yang nyaman, aman, dan bebas dari stres, karena kondisi ini dapat mempengaruhi kinerja otak dalam memproses informasi. Wolfe (2010) menambahkan bahwa

Brain Based Learning bukanlah sekadar pendekatan yang didasarkan pada tren atau gagasan populer, melainkan didukung oleh bukti ilmiah yang kuat dari studi neurosains. Konsep ini juga mencakup pentingnya emosi dalam pembelajaran, di mana keterlibatan emosional dalam sebuah aktivitas dapat meningkatkan retensi dan pemahaman peserta didik.

2.1.1. Landasan Teoretis *Brain Based Learning*:

1. Neurosains dan Pembelajaran

Neurosains merupakan ilmu yang mempelajari sistem saraf, terutama otak, sebagai pusat pengendali dari segala fungsi tubuh dan pikiran. Pemahaman tentang struktur dan fungsi otak sangat penting dalam konteks pendidikan, terutama dalam penerapan *Brain-Based Learning* (BBL). Neurosains memberikan landasan ilmiah yang kuat tentang bagaimana otak menerima, memproses, menyimpan, dan mengingat informasi. Salah satu konsep utama yang relevan dalam pembelajaran adalah neuroplastisitas, yaitu kemampuan otak untuk berubah dan beradaptasi sepanjang hidup sebagai respons terhadap pengalaman dan pembelajaran baru.

2. Neuroplastisitas: Dinamika Otak dalam Pembelajaran

Neuroplastisitas menggambarkan kemampuan otak untuk membentuk dan mengatur kembali jalur sarafnya berdasarkan pengalaman, pembelajaran, atau bahkan setelah cedera. Kolb dan Whishaw (2020) menekankan bahwa setiap kali seseorang mempelajari sesuatu yang baru, otak menciptakan jalur saraf baru atau memperkuat jalur yang sudah ada. Ini menunjukkan bahwa proses belajar tidak hanya memperkaya pengetahuan tetapi juga mengubah struktur otak secara fisik. Pemahaman ini penting untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang

mendukung optimalisasi neuroplastisitas, terutama pada anak-anak usia sekolah dasar yang otaknya sedang dalam fase perkembangan yang signifikan.

3. Emosi dan Pembelajaran

Peran Amygdala dalam Penguatan Memori

Emosi memainkan peran penting dalam proses pembelajaran. Davidson dan McEwen (2019) menyoroti bahwa emosi dapat memperkuat atau melemahkan koneksi saraf yang terbentuk selama pembelajaran. Amygdala, yang terletak di dalam otak tengah, berfungsi sebagai pengatur emosi dan memori emosional.

Informasi yang terkait dengan emosi kuat, baik positif maupun negatif, cenderung lebih mudah diingat. Dalam konteks pendidikan, menciptakan lingkungan belajar yang mendukung secara emosional dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan mengoptimalkan fungsi amygdala.

4. Struktur-Struktur Otak Utama dalam Pembelajaran

a. Prefrontal Cortex (Korteks Prefrontal)

Pusat Pengambilan Keputusan dan Pengaturan Diri Korteks prefrontal bertanggung jawab atas fungsi eksekutif seperti perencanaan, pengambilan keputusan, pengendalian impuls, dan pemecahan masalah. Diamond dan Ling (2019) menunjukkan bahwa korteks prefrontal berperan krusial dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan pengaturan diri pada anak-anak. Mengingat bahwa korteks prefrontal pada anak usia sekolah dasar masih dalam tahap perkembangan, pembelajaran harus dirancang untuk secara bertahap mendukung perkembangan fungsi-fungsi ini. Aktivitas yang

mendorong pemecahan masalah dan refleksi diri sangat penting untuk mendukung perkembangan ini.

b. Hippocampus: Penggerak Memori Jangka Panjang

Hippocampus memainkan peran sentral dalam pembentukan dan pengambilan memori jangka panjang. Eichenbaum (2018) menegaskan bahwa hippocampus sangat penting dalam membantu siswa mengingat informasi yang telah dipelajari dalam jangka panjang, yang merupakan aspek penting dalam pembelajaran kumulatif. Penggunaan teknik pengajaran yang melibatkan pengulangan dan pengaitan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah ada dapat menguatkan fungsi hippocampus, memperdalam retensi memori.

c. Amygdala: Pengatur Emosi dan Memori Emosional

Amygdala bertanggung jawab atas pengaturan emosi dan memori emosional. LeDoux (2019) menunjukkan bahwa informasi yang dikaitkan dengan emosi yang kuat lebih mudah diingat. Oleh karena itu, menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendukung secara emosional dan mengurangi stres sangat penting untuk memaksimalkan peran amygdala dalam proses pembelajaran.

d. Cerebellum (Otak Kecil)

Lebih dari Sekadar Koordinasi Gerakan Cerebellum tidak hanya berperan dalam koordinasi gerakan dan keseimbangan, tetapi juga dalam fungsi kognitif seperti perhatian dan pemrosesan bahasa. Stoodley (2021) mengungkapkan bahwa kegiatan yang menggabungkan gerakan fisik dengan pembelajaran kognitif dapat memperkuat proses pembelajaran melalui keterlibatan cerebellum. Pembelajaran berbasis aktivitas fisik, seperti simulasi atau permainan, dapat memberikan stimulasi ganda pada cerebellum dan fungsi kognitif lainnya.

e. Brain Stem: Fondasi Vital untuk Perhatian dan Regulasi

Batang otak (Brain Stem) berfungsi sebagai jalur utama untuk komunikasi antara otak dan tubuh, mengontrol fungsi vital seperti pernapasan dan detak jantung. Parvizi (2020) menyoroti bahwa batang otak juga memainkan peran penting dalam mengatur perhatian dan menjaga keseimbangan antara berbagai rangsangan sensorik yang diterima oleh otak. Ini penting untuk menjaga siswa tetap fokus dan siap belajar.

f. Hypothalamus: Pengendali Keseimbangan Tubuh dan Pikiran

Hypothalamus mengatur berbagai fungsi tubuh seperti suhu, rasa lapar, rasa haus, dan ritme sirkadian. Turek (2019) menjelaskan bahwa keseimbangan hormonal dan fisik yang dipengaruhi oleh hypothalamus sangat penting untuk mendukung suasana hati yang positif dan kognisi yang optimal dalam proses pembelajaran.

g. Pituitary Gland

Pusat Regulasi Hormon dan Pengaruhnya pada Kognisi Kelenjar pituitari (Pituitary Gland) mengatur produksi hormon-hormon penting yang mempengaruhi suasana hati, energi, dan kemampuan kognitif. Vanderah (2020) menjelaskan bahwa keseimbangan hormon yang dipengaruhi oleh kelenjar ini memiliki dampak langsung pada fokus, memori, dan motivasi belajar.

5. Implementasi Neurosains dalam Pendidikan Dasar

Dengan pemahaman yang mendalam tentang struktur dan fungsi otak, pendidik dapat merancang metode pengajaran yang lebih sesuai dengan cara kerja alami otak, terutama dalam konteks pendidikan dasar. Beberapa strategi yang bisa diterapkan meliputi:

a. Pembelajaran Berbasis Pengalaman

Menggunakan teknik pengajaran yang melibatkan aktivitas praktis dan pengalaman nyata untuk memperkuat koneksi saraf dan memori.

b. Pendekatan Emosional dalam Pembelajaran

Menciptakan lingkungan kelas yang mendukung secara emosional, mengurangi stres, dan memotivasi siswa dengan penghargaan yang relevan secara emosional.

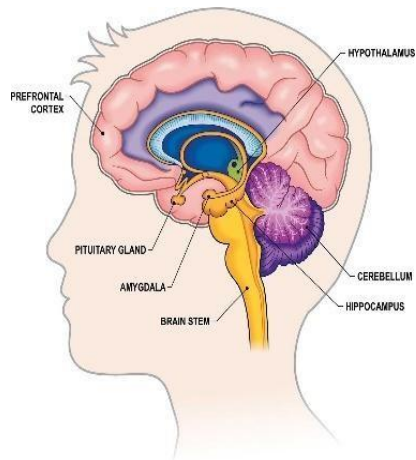
c. Penggunaan Multi-Indra

Mengintegrasikan pendekatan multisensori dalam pengajaran, seperti penggunaan gambar, suara, dan aktivitas fisik, untuk memperkuat pemahaman dan retensi informasi.

d. Stimulasi Kognitif Melalui Gerakan

Menggabungkan aktivitas fisik dengan tugas-tugas kognitif untuk memanfaatkan peran cerebellum dalam pembelajaran.

Berdasarkan hal tersebut, neurosains menawarkan wawasan yang sangat berharga untuk pengembangan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan sesuai dengan cara kerja alami otak. Dengan memahami peran setiap bagian otak dalam proses pembelajaran, pendidik dapat merancang program pengajaran yang tidak hanya meningkatkan prestasi akademis, tetapi juga mendukung perkembangan kognitif, emosional, dan sosial siswa secara holistik.



Gambar 2. 1
Bagian-bagian otak manusia Johns Hopkins Medicine (2021)

Bagian-bagian otak manusia menurut Johns Hopkins Medicine (2021) terdiri atas beberapa bagian utama yang memiliki fungsi berbeda dalam proses belajar dan aktivitas manusia, yaitu:

1. Cerebrum (Otak Besar)

Merupakan bagian terbesar otak yang berfungsi dalam berpikir, mengingat, belajar, berbicara, memecahkan masalah, serta mengontrol gerakan tubuh dan emosi.

2. Cerebellum (Otak Kecil)

Berfungsi mengatur keseimbangan, koordinasi gerak tubuh, serta membantu keterampilan motorik dan konsentrasi dalam belajar.

3. Brain Stem (Batang Otak)

Berfungsi mengatur aktivitas vital tubuh seperti pernapasan, detak jantung, tekanan darah, dan kesadaran.

4. Frontal Lobe (Lobus Frontal)

Berperan dalam kemampuan berpikir kritis, pengambilan keputusan, perencanaan, pemecahan masalah, dan pengendalian emosi.

5. Parietal Lobe (Lobus Parietal)

Berfungsi memproses informasi sensorik seperti sentuhan, suhu, tekanan, dan orientasi ruang.

6. Temporal Lobe (Lobus Temporal)

Berfungsi dalam pendengaran, memori, pemahaman bahasa, dan pengolahan informasi emosional.

7. Occipital Lobe (Lobus Oksipital)

Berfungsi memproses informasi visual atau penglihatan.

8. Hippocampus

Berperan penting dalam pembentukan memori jangka panjang dan proses belajar.

9. Amygdala

Berfungsi mengatur emosi, motivasi, dan respons terhadap pengalaman emosional dalam pembelajaran.

Bagian-bagian otak tersebut saling bekerja sama dalam mendukung proses pembelajaran, terutama dalam pendekatan Brain Based Learning yang menekankan pembelajaran sesuai cara kerja alami otak manusia.

Tabel 1.4.
Integrasi Materi, Media Visual, dan Video Pembelajaran

	Materi	Penjelasan Singkat	Gambar yang Ditampilkan
1	Konsep Brain Based Learning	Brain Based Learning adalah pembelajaran yang disesuaikan dengan cara kerja alami otak sehingga belajar menjadi lebih efektif, bermakna, dan menyenangkan.	Diagram otak manusia dan aktivitas belajar.
2	Bagian-bagian Otak	Otak terdiri atas lobus frontal, parietal, temporal, dan oksipital yang memiliki fungsi berbeda dalam proses berpikir, memori, bahasa, dan penglihatan.	Diagram anatomi otak berwarna.
3	Cara Otak Belajar	Informasi diterima oleh indera, diproses neuron, disimpan dalam memori, kemudian digunakan untuk memecahkan masalah. Semakin aktif peserta didik, semakin kuat koneksi antarneuron.	Ilustrasi neuron dan sinapsis.
4	Tahapan Brain Based Learning	Pra-pemaparan, persiapan, inisiasi, elaborasi, inkubasi, verifikasi, dan perayaan pembelajaran.	Diagram alur sintaks Brain Based Learning.
5	Keterampilan Berpikir Kritis	Peserta didik dilatih mengamati, menganalisis, menyimpulkan, memberikan alasan, dan memecahkan masalah.	Infografik berpikir kritis.
6	Implementasi E-Modul IPA	E-Modul digunakan sebagai media interaktif yang memuat teks, gambar, video, latihan, dan evaluasi sehingga merangsang aktivitas otak peserta didik.	Tampilan E-Modul IPA pada laptop atau tablet.
7	Hubungan BBL dengan Penelitian	Brain Based Learning membuat peserta didik lebih aktif sehingga berdampak pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA.	Skema hubungan Brain Based Learning → Aktivitas Otak → Berpikir Kritis.

2.1.1.1. Brain Based Learning

Konsep Brain Based Learning

Brain Based Learning (BBL) merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang didasarkan pada cara kerja alami otak dalam menerima, mengolah, menyimpan, dan mengingat informasi. Pendekatan ini menekankan bahwa proses belajar akan berlangsung secara optimal apabila pembelajaran dirancang sesuai dengan prinsip-prinsip kerja otak. Menurut Eric Jensen (2008), Brain Based Learning adalah pembelajaran yang memanfaatkan hasil penelitian neurosains untuk menciptakan lingkungan belajar yang aktif, menyenangkan, bermakna, serta mampu merangsang seluruh potensi otak peserta didik. Dalam pembelajaran ini, peserta didik tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi dilibatkan secara aktif melalui pengalaman belajar yang memberikan kesempatan untuk berpikir, berdiskusi, bereksplorasi, dan memecahkan masalah.

Penerapan Brain Based Learning sangat relevan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang berorientasi pada pembelajaran berpusat pada peserta didik (*student centered learning*). Melalui pendekatan ini, guru berperan sebagai fasilitator yang menciptakan suasana belajar kondusif sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang bermakna dan mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, khususnya keterampilan berpikir kritis.

2.1.1.2. Bagian-Bagian Otak dalam Proses Pembelajaran

Otak manusia merupakan pusat pengendali seluruh aktivitas belajar. Secara umum, otak terdiri atas empat bagian utama, yaitu lobus frontal, lobus parietal, lobus temporal, dan lobus oksipital. Masing-masing bagian memiliki fungsi yang berbeda namun saling berkaitan dalam proses pe

Lobus frontal berperan dalam kemampuan berpikir logis, mengambil keputusan, memecahkan masalah, serta mengendalikan perilaku. Oleh karena itu, bagian ini sangat berkaitan dengan pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Lobus parietal berfungsi menerima dan mengolah informasi yang berasal dari indera peraba serta membantu memahami hubungan ruang dan posisi suatu objek. Lobus temporal berperan dalam proses pendengaran, bahasa, serta penyimpanan memori jangka panjang. Sementara itu, lobus oksipital berfungsi sebagai pusat pengolahan informasi visual yang diterima melalui indera penglihatan.

Dalam proses pembelajaran, keempat bagian otak tersebut bekerja secara terpadu sehingga peserta didik mampu menerima informasi, memahami konsep, menyimpannya dalam memori, dan menggunakannya kembali ketika menghadapi suatu permasalahan.

2.1.1.3. Cara Otak Belajar

Menurut Jensen (2008), belajar merupakan proses biologis yang terjadi ketika otak menerima rangsangan dari lingkungan melalui berbagai indera. Informasi yang diterima kemudian dikirim oleh neuron menuju berbagai bagian otak untuk diproses menjadi pengetahuan baru. Apabila informasi tersebut sering digunakan melalui latihan, diskusi, maupun pemecahan masalah, maka hubungan antarneuron (sinapsis) akan semakin kuat sehingga memori menjadi lebih bertahan lama.

Sebaliknya, pembelajaran yang hanya mengandalkan hafalan tanpa melibatkan aktivitas berpikir cenderung menghasilkan daya ingat yang rendah. Oleh karena itu, pembelajaran berbasis Brain Based Learning dirancang agar peserta didik aktif mengamati, bertanya, mencoba, berdiskusi, dan menarik kesimpulan sehingga seluruh bagian otak bekerja secara optimal.

2.1.1.4. Tahapan Brain Based Learning

Menurut Eric Jensen (2008), implementasi Brain Based Learning dilaksanakan melalui tujuh tahapan pembelajaran yang saling berkesinambungan.

Tahap pertama adalah **pra-pemaparan (pre-exposure)**, yaitu memberikan gambaran awal mengenai materi yang akan dipelajari agar otak memiliki kesiapan menerima informasi baru. Tahap kedua adalah **persiapan (preparation)**, yaitu membangun motivasi belajar serta menghubungkan materi baru dengan pengalaman yang telah dimiliki peserta didik.

Tahap ketiga adalah **inisiasi dan akuisisi (initiation and acquisition)**, yaitu proses penyampaian materi melalui berbagai aktivitas belajar yang menarik sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar secara langsung. Tahap keempat adalah **elaborasi (elaboration)**, yaitu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mendiskusikan, menganalisis, dan mengembangkan pemahamannya terhadap materi yang dipelajari.

Tahap kelima adalah **inkubasi dan pembentukan memori (incubation and memory encoding)**, yaitu memberikan waktu kepada otak untuk mengolah informasi sehingga tersimpan dalam memori jangka panjang. Tahap keenam adalah **verifikasi (verification)**, yaitu mengevaluasi pemahaman peserta didik melalui pertanyaan maupun latihan. Tahap terakhir adalah **perayaan dan integrasi (celebration and integration)**, yaitu memberikan apresiasi terhadap hasil belajar sehingga tercipta pengalaman belajar yang positif dan bermakna.

2.1.1.5. Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Ennis (2011), berpikir kritis merupakan proses berpikir yang rasional dan reflektif dalam menentukan apa yang harus dipercaya dan dilakukan berdasarkan

bukti yang tersedia. Dalam penelitian ini, keterampilan berpikir kritis diukur melalui lima indikator utama, yaitu kemampuan memberikan penjelasan sederhana, menganalisis informasi, menarik kesimpulan, memberikan alasan yang logis, serta menentukan strategi pemecahan masalah.

Melalui penerapan Brain Based Learning, peserta didik memperoleh kesempatan untuk mengembangkan kelima indikator tersebut melalui aktivitas pembelajaran yang aktif, kolaboratif, dan berbasis pemecahan masalah. Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis tidak hanya berkembang pada aspek kognitif, tetapi juga pada kemampuan peserta didik dalam mengambil keputusan berdasarkan fakta dan bukti yang relevan.

2.1.1.6. Implementasi E-Modul IPA

E-Modul merupakan media pembelajaran digital yang dirancang agar peserta didik dapat belajar secara mandiri maupun bersama guru. Menurut Azhar Arsyad (2017), media pembelajaran yang baik harus mampu menyajikan materi secara sistematis, menarik, interaktif, dan mudah dipahami oleh peserta didik. E-Modul IPA yang digunakan dalam penelitian ini memuat berbagai komponen pembelajaran, seperti tujuan pembelajaran, materi, gambar, video, latihan, evaluasi, dan umpan balik.

Keunggulan penggunaan E-Modul terletak pada kemampuannya mengintegrasikan berbagai media pembelajaran sehingga mampu merangsang lebih banyak indera peserta didik. Semakin banyak indera yang terlibat dalam proses belajar, semakin besar peluang informasi tersimpan dalam memori jangka panjang. Oleh karena itu, penggunaan E-Modul IPA berbasis Brain Based Learning diharapkan mampu meningkatkan kualitas proses pembelajaran sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

2.1.1.7. Hubungan Brain Based Learning dengan Penelitian

Brain Based Learning menjadi landasan utama dalam penelitian ini karena prinsip-prinsipnya sejalan dengan tujuan pengembangan keterampilan berpikir kritis. Pembelajaran yang dirancang sesuai dengan cara kerja otak memungkinkan peserta didik lebih aktif mengamati, mengeksplorasi, menganalisis, dan memecahkan masalah. Penggunaan E-Modul IPA sebagai media pembelajaran semakin memperkuat implementasi Brain Based Learning karena menyajikan materi melalui kombinasi teks, gambar, animasi, video, serta latihan interaktif yang mampu merangsang berbagai area otak secara bersamaan.

Dengan demikian, implementasi E-Modul IPA berbasis Brain Based Learning tidak hanya meningkatkan kualitas proses pembelajaran, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap berkembangnya keterampilan berpikir kritis peserta didik. Kerangka pemikiran ini menjadi dasar dalam menganalisis implementasi pembelajaran, hasil keterampilan berpikir kritis, evaluasi pelaksanaan, serta tindak lanjut yang dilakukan pada penelitian ini.

2.1.2. Hasil Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik melalui E-Modul IPA

Berbasis Brain Based Learning

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan proses menganalisis, mengevaluasi, menafsirkan informasi, serta menarik kesimpulan secara logis dan rasional dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Menurut Robert H. Ennis (2011), berpikir kritis menekankan proses berpikir reflektif dan rasional dalam menentukan keputusan yang tepat. David Hitchcock (2011) menambahkan bahwa berpikir kritis melibatkan identifikasi masalah, pengumpulan dan analisis bukti, serta

penarikan kesimpulan berdasarkan alasan yang kuat. Sementara itu, Emily R. Lai (2011) menegaskan bahwa berpikir kritis termasuk dalam kemampuan Higher Order Thinking Skills (HOTS) yang mencakup aktivitas analisis, evaluasi, dan penalaran.

Pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat dilakukan melalui penggunaan media pembelajaran yang inovatif, salah satunya E-Modul IPA berbasis Brain Based Learning. Menurut Azhar Arsyad (2017), media pembelajaran yang interaktif mampu merangsang perhatian, minat, dan aktivitas belajar peserta didik. Sedangkan Eric Jensen (2008) menjelaskan bahwa Brain Based Learning merupakan pendekatan pembelajaran yang disesuaikan dengan cara kerja alami otak sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna, menyenangkan, dan efektif.

Dengan demikian, penggunaan E-Modul IPA berbasis Brain Based Learning dapat membantu peserta didik meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas belajar yang interaktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Integrasi media digital dan pendekatan Brain Based Learning mampu menciptakan proses pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan analisis, evaluasi, pemecahan masalah, serta kemandirian belajar peserta didik.

Menurut Robert H. Ennis (2011), berpikir kritis adalah proses berpikir reflektif dan rasional yang berfokus pada penentuan apa yang harus diyakini atau dilakukan. Definisi ini menekankan bahwa berpikir kritis melibatkan aktivitas mental yang mendalam dalam memahami suatu permasalahan sebelum mengambil keputusan. Lebih lanjut, Ennis (2011) mengemukakan bahwa keterampilan berpikir kritis mencakup beberapa indikator penting, seperti kemampuan menganalisis argumen, mengevaluasi bukti, mempertimbangkan berbagai alternatif, serta menarik kesimpulan yang logis. Indikator-indikator tersebut menunjukkan bahwa berpikir

kritis bukan hanya sekadar memahami informasi, tetapi juga melibatkan proses pengolahan informasi secara aktif dan mendalam. Sejalan dengan pendapat tersebut, David Hitchcock (2011) menyatakan bahwa berpikir kritis merupakan suatu proses yang melibatkan identifikasi masalah, pengumpulan dan analisis bukti, evaluasi informasi, serta penarikan kesimpulan yang didasarkan pada alasan yang kuat. Proses ini menuntut peserta didik untuk mampu berpikir secara sistematis dan terstruktur dalam menghadapi berbagai permasalahan, khususnya dalam pembelajaran IPA yang banyak menuntut kemampuan analisis dan penalaran. Selain itu, Emily R. Lai (2011) mengemukakan bahwa berpikir kritis termasuk dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS), yang melibatkan aktivitas kognitif seperti analisis, evaluasi, dan penalaran. Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis dapat dilihat sebagai indikator keberhasilan pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada hafalan, tetapi juga pada kemampuan memahami dan mengolah informasi secara mendalam. Pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat dilakukan melalui penggunaan media pembelajaran yang tepat dan inovatif, salah satunya adalah E-modul. Menurut Azhar Arsyad (2017), media pembelajaran merupakan alat yang digunakan untuk menyampaikan pesan pembelajaran sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat belajar peserta didik. E-modul sebagai salah satu bentuk media digital memiliki keunggulan karena disusun secara sistematis, bersifat interaktif, dan memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri. Karakteristik E-modul yang interaktif dan sistematis memungkinkan peserta didik untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran. Melalui fitur-fitur seperti latihan soal, kuis, serta evaluasi, peserta didik didorong untuk berpikir, menganalisis, dan mengevaluasi informasi yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan

E-modul tidak hanya berfungsi sebagai alat penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Lebih lanjut, efektivitas penggunaan E-modul dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis akan semakin optimal apabila dipadukan dengan pendekatan Brain Based Learning. Menurut Eric Jensen (2008), Brain Based Learning merupakan pendekatan pembelajaran yang disesuaikan dengan cara kerja otak secara alami. Jensen menekankan bahwa pembelajaran yang efektif harus melibatkan emosi, pengalaman, serta aktivitas yang bermakna agar informasi dapat diproses dan disimpan dengan baik oleh otak.

Dalam pendekatan Brain Based Learning, pembelajaran dirancang agar menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan, melibatkan keterlibatan emosional peserta didik, serta memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk aktif dalam proses belajar. Hal ini sangat relevan dalam pembelajaran IPA, karena materi IPA tidak hanya membutuhkan pemahaman konsep, tetapi juga kemampuan untuk menganalisis dan memecahkan masalah.

Penerapan E-modul IPA berbasis Brain Based Learning memungkinkan peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran. Aktivitas yang disajikan dalam E-modul, seperti pemecahan masalah, diskusi, dan latihan berbasis konteks kehidupan sehari-hari, dapat membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, penyajian materi yang menarik dan interaktif juga dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam belajar.

Dengan demikian, hasil keterampilan berpikir kritis peserta didik yang menggunakan E-modul IPA berbasis Brain Based Learning dapat dilihat dari beberapa aspek, yaitu meningkatnya kemampuan dalam menganalisis permasalahan, mengevaluasi

informasi secara mendalam, menarik kesimpulan yang logis, serta berpikir secara sistematis dan reflektif. Selain itu, peserta didik juga menunjukkan peningkatan dalam keaktifan, kemandirian belajar, serta kemampuan dalam menyelesaikan masalah.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan E-modul IPA berbasis Brain Based Learning memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Integrasi antara media pembelajaran digital yang interaktif dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan cara kerja otak mampu menciptakan pembelajaran yang lebih efektif, bermakna, dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

2.1.10. Evaluasi Implementasi E-Modul IPA Berbasis Brain Based Learning

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa evaluasi merupakan proses yang sistematis untuk mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan informasi guna mengetahui tingkat keberhasilan pembelajaran serta sebagai dasar pengambilan keputusan dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas pembelajaran. Menurut Suharsimi Arikunto (2013), evaluasi tidak hanya berfungsi untuk mengukur hasil belajar, tetapi juga menentukan tindak lanjut pembelajaran melalui langkah-langkah yang terencana dan terstruktur. Robert E. Stake (1967) menjelaskan bahwa evaluasi pembelajaran mencakup tiga komponen utama, yaitu antecedent (kondisi awal), transaction (proses pembelajaran), dan outcome (hasil pembelajaran), sehingga evaluasi harus dilakukan secara menyeluruh terhadap seluruh proses pembelajaran. Sementara itu, Ralph W. Tyler (1949) menegaskan bahwa evaluasi bertujuan untuk mengetahui sejauh mana tujuan pendidikan telah tercapai melalui perbandingan antara tujuan pembelajaran dan hasil yang diperoleh peserta didik.

Dalam konteks implementasi E-Modul IPA berbasis Brain Based Learning, evaluasi tidak hanya berfokus pada hasil belajar peserta didik, tetapi juga memperhatikan proses pembelajaran, keterlibatan emosional peserta didik, suasana belajar, serta kualitas media pembelajaran yang digunakan. Menurut Eric Jensen (2008), pembelajaran yang efektif harus melibatkan pengalaman, emosi, dan aktivitas bermakna agar proses belajar berjalan optimal. Selain itu, Azhar Arsyad (2017) menekankan bahwa media pembelajaran yang baik harus mampu menarik perhatian, minat, serta memudahkan peserta didik memahami materi pembelajaran.

Dengan demikian, evaluasi implementasi E-Modul IPA berbasis Brain Based Learning perlu dilakukan secara komprehensif dan berkelanjutan dengan memperhatikan aspek input, proses, dan hasil pembelajaran. Evaluasi tersebut bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, memperbaiki kelemahan yang ditemukan, serta mengoptimalkan pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penggunaan media pembelajaran digital yang interaktif dan sesuai dengan cara kerja otak.

Evaluasi merupakan bagian yang sangat penting dalam proses pembelajaran karena berfungsi untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu program pembelajaran yang telah dilaksanakan. Melalui evaluasi, pendidik dapat memperoleh informasi yang akurat mengenai ketercapaian tujuan pembelajaran, efektivitas proses pembelajaran, serta kelemahan yang perlu diperbaiki. Menurut Suharsimi Arikunto (2013), evaluasi adalah kegiatan untuk mengumpulkan informasi tentang bekerjanya sesuatu yang digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan. Definisi ini menegaskan bahwa evaluasi tidak hanya berfungsi sebagai alat ukur hasil belajar, tetapi juga sebagai dasar dalam menentukan langkah tindak lanjut pembelajaran.

Dalam pelaksanaannya, evaluasi pembelajaran dilakukan melalui beberapa langkah yang sistematis. Arikunto (2013) mengemukakan bahwa langkah-langkah evaluasi meliputi penentuan tujuan evaluasi, penentuan aspek yang dinilai, penyusunan instrumen evaluasi, pengumpulan data, pengolahan dan interpretasi data, serta pengambilan keputusan. Langkah-langkah tersebut menunjukkan bahwa evaluasi harus dilakukan secara terencana dan terstruktur agar hasil yang diperoleh dapat digunakan secara optimal dalam meningkatkan kualitas pembelajaran.

Selain itu, evaluasi implementasi pembelajaran juga dapat dianalisis menggunakan model evaluasi yang lebih komprehensif, salah satunya adalah model evaluasi yang dikemukakan oleh Robert E. Stake (1967). Model evaluasi Stake membagi evaluasi menjadi tiga komponen utama, yaitu antecedent (input), transaction (proses), dan outcome (hasil). Komponen antecedent mencakup kondisi awal sebelum pembelajaran dilaksanakan, seperti kesiapan guru, karakteristik peserta didik, serta ketersediaan sarana dan prasarana. Komponen transaction berkaitan dengan proses pelaksanaan pembelajaran, termasuk strategi, metode, dan media yang digunakan. Sementara itu, komponen outcome berfokus pada hasil belajar peserta didik, baik dalam aspek kognitif, afektif, maupun psikomotor.

Sejalan dengan hal tersebut, Ralph W. Tyler (1949) menyatakan bahwa evaluasi merupakan proses untuk menentukan sejauh mana tujuan pendidikan telah tercapai. Dalam konteks pembelajaran, evaluasi dilakukan dengan membandingkan antara tujuan yang telah dirumuskan dengan hasil yang dicapai oleh peserta didik. Dengan demikian, evaluasi implementasi E-modul IPA berbasis Brain Based Learning dapat dilakukan dengan melihat sejauh mana penggunaan E-modul tersebut mampu

mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, khususnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Dalam pendekatan Brain Based Learning, evaluasi tidak hanya difokuskan pada hasil belajar, tetapi juga pada proses pembelajaran yang berlangsung. Menurut Eric Jensen (2008), pembelajaran yang efektif harus melibatkan emosi, pengalaman, dan aktivitas yang bermakna. Oleh karena itu, evaluasi dalam pembelajaran berbasis Brain Based Learning harus memperhatikan keterlibatan peserta didik, suasana belajar yang menyenangkan, serta aktivitas belajar yang aktif. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh nilai akhir, tetapi juga oleh kualitas pengalaman belajar yang diperoleh peserta didik.

Selain itu, evaluasi implementasi E-modul juga perlu memperhatikan aspek media pembelajaran yang digunakan. Menurut Azhar Arsyad (2017), media pembelajaran harus mampu merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat belajar peserta didik. Oleh karena itu, E-modul sebagai media pembelajaran perlu dievaluasi dari segi efektivitas, interaktivitas, daya tarik, serta kemudahan penggunaannya. E-modul yang baik adalah E-modul yang mampu menyajikan materi secara sistematis, memberikan pengalaman belajar yang interaktif, serta memudahkan peserta didik dalam memahami konsep yang dipelajari.

Berdasarkan uraian tersebut, evaluasi implementasi E-modul IPA berbasis Brain Based Learning dapat dilakukan secara menyeluruh dengan memperhatikan berbagai aspek, yaitu kondisi awal pembelajaran, proses pelaksanaan pembelajaran, serta hasil belajar peserta didik. Evaluasi juga perlu mempertimbangkan keterlibatan emosional peserta didik, keaktifan dalam belajar, serta kualitas media pembelajaran yang digunakan.

Dengan demikian, evaluasi implementasi E-modul IPA berbasis Brain Based Learning tidak hanya berfokus pada hasil belajar, tetapi juga mencakup keseluruhan proses pembelajaran dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Evaluasi yang dilakukan secara komprehensif dan berkelanjutan dapat memberikan informasi yang akurat sebagai dasar dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara optimal.

2.1.11. Tindak Lanjut Pembelajaran dalam Meningkatkan Efektivitas

E-Modul IPA Berbasis BBL

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa tindak lanjut pembelajaran merupakan langkah strategis yang dilakukan setelah evaluasi untuk memperbaiki kekurangan pembelajaran serta meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik. Menurut Sibuea dkk. (2023), tindak lanjut pembelajaran dilaksanakan melalui program remedial dan pengayaan yang bertujuan membantu peserta didik mencapai ketuntasan belajar dan mengembangkan kemampuan secara optimal. Konsep belajar tuntas (mastery learning) juga menegaskan bahwa setiap peserta didik memiliki kesempatan untuk mencapai tujuan pembelajaran melalui bimbingan dan perlakuan yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

Tindak lanjut pembelajaran tidak hanya berfokus pada perbaikan hasil belajar, tetapi juga pada pengembangan proses pembelajaran yang lebih efektif dan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Melalui analisis hasil asesmen, guru dapat mengidentifikasi kelemahan dan kelebihan peserta didik sehingga dapat menentukan strategi pembelajaran yang tepat, seperti pemberian latihan tambahan, soal berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS), kegiatan pemecahan masalah, serta tugas proyek untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, tindak lanjut

pembelajaran juga perlu menerapkan prinsip diferensiasi dengan menyesuaikan materi, tingkat kesulitan, dan aktivitas belajar berdasarkan kemampuan dan kebutuhan peserta didik. Dalam pendekatan Brain Based Learning, tindak lanjut pembelajaran harus memperhatikan cara kerja otak melalui pembelajaran yang melibatkan emosi, pengalaman, aktivitas bermakna, dan pemberian umpan balik yang konstruktif agar proses belajar menjadi lebih optimal. Dengan demikian, tindak lanjut pembelajaran dalam penggunaan E-Modul IPA berbasis Brain Based Learning merupakan upaya penting untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara maksimal melalui kegiatan remedial, pengayaan, evaluasi berkelanjutan, serta penerapan pembelajaran yang aktif, bermakna, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

2.2. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1
Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian Nama Tahun	Metode & Subjek	Hasil Penelitian	Relevansi dengan Penelitian
1	Penerapan Brain-Based Learning dalam Pembelajaran IPA Sekolah Dasar, Suryani (2021)	Eksperimen; siswa kelas V SD	Pendekatan BBL berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar IPA	Menunjukkan efektivitas BBL, namun belum menggunakan E-Modul digital
2	Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Digital Rahmawati & Putra (2022)	R&D; siswa SD	E-Modul IPA meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar siswa	Sama-sama mengembangkan E-Modul IPA, namun belum berbasis BBL
3	Pengaruh Brain-Based Learning terhadap Keterampilan	Kuasi eksperimen; siswa SMP	BBL meningkatkan keterampilan	Menguatkan hubungan BBL dan berpikir kritis, tetapi

	Berpikir Kritis Hidayat (2020)		berpikir kritis peserta didik	bukan pada jenjang SD
4	E-Modul Berbasis Kontekstual untuk Pembelajaran IPA SD Lestari et al. (2023)	R&D; kelas VI SD	E-Modul kontekstual meningkatkan pemahaman konsep IPA	Relevan pada penggunaan E-Modul, namun belum berbasis cara kerja otak
5	Design Based Research dalam Pengembangan Bahan Ajar IPA Nugraha & Sari (2024)	DBR; guru dan siswa SD	DBR efektif untuk menghasilkan bahan ajar inovatif dan kontekstual	Sama-sama menggunakan pendekatan DBR, namun tidak spesifik pada BBL
6	Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Neurosains di Sekolah Dasar Azizah (2022)	R&D; siswa SD	Bahan ajar berbasis neurosains meningkatkan keterlibatan belajar siswa	Mendukung dasar teoritis Brain-Based Learning dalam pengembangan bahan ajar

2.3. Pendekatan Masalah

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus untuk mengkaji secara mendalam implementasi E-Modul IPA berbasis model *Brain Based Learning* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik di SD Negeri 1 Cibanten. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pemahaman terhadap fenomena yang terjadi dalam konteks nyata pembelajaran, meliputi proses pelaksanaan, hasil yang diperoleh, evaluasi pelaksanaan, serta upaya perbaikan yang dilakukan oleh sekolah.

Pendekatan masalah dalam penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi implementasi E-Modul IPA berbasis *Brain Based Learning*, yang mencakup tahap perencanaan, pelaksanaan pembelajaran, pemanfaatan fitur-fitur E-Modul, kesiapan guru, serta keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai bagaimana E-Modul diterapkan dalam kegiatan pembelajaran IPA di kelas

VI.Selanjutnya, penelitian mengkaji hasil implementasi E-Modul terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Kajian difokuskan pada kemampuan peserta didik dalam menganalisis permasalahan, memberikan alasan secara logis, mengevaluasi informasi, menarik kesimpulan, dan mengemukakan solusi berdasarkan materi yang dipelajari melalui E-Modul.Tahap berikutnya adalah melakukan evaluasi terhadap implementasi E-Modul. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pelaksanaan pembelajaran telah berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, mengidentifikasi faktor pendukung dan faktor penghambat, serta menilai efektivitas penggunaan E-Modul berbasis *Brain Based Learning* dalam proses pembelajaran IPA.Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, penelitian kemudian mengidentifikasi tindak lanjut yang dilakukan oleh guru dan sekolah untuk meningkatkan efektivitas penggunaan E-Modul. Tindak lanjut dapat berupa penyempurnaan isi E-Modul, peningkatan kompetensi guru dalam memanfaatkan media digital, penyediaan sarana dan prasarana pendukung, serta pengembangan strategi pembelajaran yang lebih sesuai dengan karakteristik peserta didik agar keterampilan berpikir kritis dapat berkembang secara optimal.

Dengan pendekatan tersebut, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai implementasi E-Modul IPA berbasis *Brain Based Learning*, dampaknya terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik, hasil evaluasi pelaksanaannya, serta rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dasar.

Gambar 2.2
Bagan Pendekatan Masalah Penelitian



Strategi Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pendidikan

Mengembangkan keterampilan berpikir kritis di kalangan peserta didik adalah salah satu tujuan utama pendidikan modern. Berbagai teknik dan strategi telah dikembangkan oleh pendidik dan peneliti untuk membantu peserta didik mengasah kemampuan ini. Strategi-strategi tersebut melibatkan pendekatan yang terstruktur dan berfokus pada mendorong peserta didik untuk berpikir secara reflektif, analitis, dan evaluatif.

Pertanyaan Terbuka (*Open-Ended Questions*): Pertanyaan terbuka adalah teknik yang sangat efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Pertanyaan-pertanyaan ini dirancang untuk mendorong peserta didik berpikir lebih dalam dan tidak hanya memberikan jawaban yang benar atau salah. Menurut Paul dan Elder (2006), pertanyaan terbuka menstimulasi pemikiran yang lebih mendalam karena peserta didik harus merumuskan argumen, memberikan alasan, dan mendukung pendapat mereka dengan bukti.

Diskusi Kelompok Kecil (*Small Group Discussions*): Diskusi kelompok kecil

memungkinkan peserta didik untuk berbagi ide dan saling mempertanyakan pandangan satu sama lain dalam lingkungan yang kolaboratif. Menurut Brookfield (2012), diskusi kelompok adalah alat yang sangat baik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis karena memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi berbagai perspektif, menguji asumsi mereka, dan mendapatkan umpan balik dari teman-teman mereka.

1. Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem-Based Learning*):

Pembelajaran berbasis masalah (PBL) adalah strategi pembelajaran di mana peserta didik diberi masalah kompleks yang harus mereka pecahkan secara kolaboratif. Facione (2011) menyatakan bahwa PBL sangat efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis karena peserta didik harus mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, mengevaluasi berbagai solusi, dan akhirnya membuat keputusan yang logis.

2. Penugasan Menulis yang Analitis (*Analytical Writing Assignments*):

Penugasan menulis yang memerlukan analisis mendalam adalah cara lain yang efektif untuk mendorong berpikir kritis. Penugasan ini mungkin melibatkan analisis teks, penulisan esai argumentatif, atau refleksi kritis. Menurut Halpern (2014), menulis adalah alat yang kuat untuk berpikir kritis karena menulis memaksa peserta didik untuk mengorganisir pemikiran mereka, membuat argumen yang koheren, dan mendukung klaim mereka dengan bukti yang kuat.

3. Penerapan Metakognisi (*Metacognitive Strategies*):

Metakognisi adalah kesadaran peserta didik tentang proses berpikir mereka sendiri dan kemampuan mereka untuk mengatur strategi belajar mereka. Menurut

Flavell (1979), mengajarkan peserta didik untuk menggunakan strategi metakognitif, seperti merencanakan tugas, memantau pemahaman mereka, dan merefleksikan proses belajar mereka, dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka. Dengan menggunakan strategi metakognitif, peserta didik belajar untuk lebih sadar akan cara mereka berpikir dan lebih mampu untuk menilai kualitas pemikiran mereka sendiri.

2.3.1. Keterampilan Berpikir Kritis

Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pendidikan berpikir kritis merupakan suatu yang penting di dalam pendidikan karena beberapa pertimbangan antara lain:

- 1) Mengembangkan berpikir kritis di dalam pendidikan berarti kita memberikan penghargaan kepada peserta didik sebagai pribadi (respect a person). Hal ini akan memberikan kesempatan kepada perkembangan pribadi peserta didik sepenuhnya karena mereka merasa diberikan kesempatan dan dihormati akan hak-haknya dalam perkembangan pribadinya.
- 2) Berpikir kritis merupakan tujuan yang ideal di dalam pendidikan karena mempersiapkan peserta didik untuk kehidupan kedewasaannya.
- 3) Perkembangan berpikir kritis dalam proses pendidikan merupakan suatu cita-cita tradisional seperti apa yang ingin dicapai melalui pelajaran ilmu-ilmu eksata dan kealaman serta mata pelajaran lainnya yang secara tradisional dianggap dapat mengembangkan berpikir kritis. Berpikir kritis merupakan suatu hal yang sangat dibutuhkan di dalam kehidupan demokratis. Demokrasi hanya dapat berkembang apabila warga negaranya dapat berpikir kritis di dalam masalah-masalah politik, sosial, dan ekonomi (H. A. R. Tilaar, 2011: 19). Hal yang disebutkan diatas khususnya pada poin 4 sangat tepat dikembangkan dalam mata pelajaran Pendidikan

Kewarganegaraan. Dimana dalam mata pelajaran Pendidikan Kewarganegaraan berfungsi sebagai wahana untuk membentuk warga negara cerdas, terampil, dan berkarakter yang setia kepada bangsa dan negara Indonesia dengan merefleksikan dirinya dalam kebiasaan berpikir dan bertindak sesuai dengan amanat Pancasila dan UUD 1945.

Strategi Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pendidikan Mengembangkan keterampilan berpikir kritis di kalangan peserta didik adalah salah satu tujuan utama pendidikan modern. Berbagai teknik dan strategi telah dikembangkan oleh pendidik dan peneliti untuk membantu peserta didik mengasah kemampuan ini. Strategi-strategi tersebut melibatkan pendekatan yang terstruktur dan berfokus pada mendorong peserta didik untuk berpikir secara reflektif, analitis, dan evaluatif.

Pertanyaan Terbuka (*Open-Ended Questions*): Pertanyaan terbuka adalah teknik yang sangat efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Pertanyaan-pertanyaan ini dirancang untuk mendorong peserta didik berpikir lebih dalam dan tidak hanya memberikan jawaban yang benar atau salah. Menurut Paul dan Elder (2006), pertanyaan terbuka menstimulasi pemikiran yang lebih mendalam karena peserta didik harus merumuskan argumen, memberikan alasan, dan mendukung pendapat mereka dengan bukti.

Diskusi Kelompok Kecil (*Small Group Discussions*): Diskusi kelompok kecil memungkinkan peserta didik untuk berbagi ide dan saling mempertanyakan pandangan satu sama lain dalam lingkungan yang kolaboratif. Menurut Brookfield (2012), diskusi kelompok adalah alat yang sangat baik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis karena memungkinkan peserta didik untuk

mengeksplorasi berbagai perspektif, menguji asumsi mereka, dan mendapatkan umpan balik dari teman-teman mereka.

- 4) Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem-Based Learning*): Pembelajaran berbasis masalah (PBL) adalah strategi pembelajaran di mana peserta didik diberi masalah kompleks yang harus mereka pecahkan secara kolaboratif. Facione (2011) menyatakan bahwa PBL sangat efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis karena peserta didik harus mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, mengevaluasi berbagai solusi, dan akhirnya membuat keputusan yang logis.
- 5) Penugasan Menulis yang Analitis (*Analytical Writing Assignments*): Penugasan menulis yang memerlukan analisis mendalam adalah cara lain yang efektif untuk mendorong berpikir kritis. Penugasan ini mungkin melibatkan analisis teks, penulisan esai argumentatif, atau refleksi kritis. Menurut Halpern (2014), menulis adalah alat yang kuat untuk berpikir kritis karena menulis memaksa peserta didik untuk mengorganisir pemikiran mereka, membuat argumen yang koheren, dan mendukung klaim mereka dengan bukti yang kuat.
- 6) Penerapan Metakognisi (*Metacognitive Strategies*): Metakognisi adalah kesadaran peserta didik tentang proses berpikir mereka sendiri dan kemampuan mereka untuk mengatur strategi belajar mereka. Menurut Flavell (1979), mengajarkan peserta didik untuk menggunakan strategi metakognitif, seperti merencanakan tugas, memantau pemahaman mereka, dan merefleksikan proses belajar mereka, dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka. Dengan menggunakan strategi metakognitif, peserta didik belajar untuk lebih sadar akan cara mereka berpikir dan lebih mampu untuk menilai kualitas pemikiran mereka

sendiri.

2.3.2. Karakteristik Keterampilan Berpikir Kritis

Karakteristik keterampilan berpikir kritis mencakup berbagai aspek yang menunjukkan kemampuan individu dalam memproses informasi secara mendalam dan analitis. Menurut Ennis (2011), beberapa karakteristik utama berpikir kritis meliputi keterbukaan terhadap ide-ide baru, skeptisisme yang sehat, kemampuan untuk mengidentifikasi asumsi, kemampuan untuk menarik kesimpulan yang logis, dan kesediaan untuk merefleksikan pemikiran sendiri. Halpern (2014) menambahkan bahwa keterampilan berpikir kritis juga ditandai oleh kemampuan untuk mengenali adanya kesalahan logika dalam argumen, memahami hubungan antara berbagai konsep, dan menggunakan penalaran induktif serta deduktif dalam pengambilan keputusan. Halpern juga menekankan pentingnya kemampuan untuk mempertimbangkan berbagai perspektif sebelum membuat kesimpulan. Paul dan Elder (2019) menyatakan bahwa karakteristik berpikir kritis meliputi rasa ingin tahu yang mendalam, kemampuan untuk menganalisis kompleksitas, kejelasan dalam mengemukakan argumen, serta kemampuan untuk menyusun pertanyaan yang relevan dan tepat sasaran. Mereka juga mencatat bahwa berpikir kritis melibatkan integritas intelektual, di mana individu tidak hanya menilai argumen orang lain secara kritis, tetapi juga mempertanyakan asumsi dan keyakinan mereka sendiri.

Dengan demikian, karakteristik keterampilan berpikir kritis mencakup kemampuan analitis, skeptisisme, keterbukaan pikiran, kemampuan untuk membuat keputusan yang tepat, dan integritas intelektual. Karakteristik ini tidak hanya penting dalam konteks akademik, tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari di mana individu dihadapkan pada berbagai situasi yang memerlukan penilaian yang cermat dan

berbasis logika.

Berpikir kritis adalah proses intelektual yang kompleks yang melibatkan analisis, evaluasi, dan sintesis informasi untuk membuat keputusan atau memecahkan masalah. Proses ini sangat penting dalam pendidikan, terutama dalam pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti yang diharapkan dari siswa yang menggunakan E-Modul IPA berbasis Brain-Based Learning.

1. Identifikasi Masalah: Proses berpikir kritis dimulai dengan identifikasi masalah atau pertanyaan yang perlu dijawab. Menurut Paul dan Elder (2014), langkah pertama dalam berpikir kritis adalah mengenali pertanyaan atau masalah yang perlu dipecahkan, yang melibatkan pemahaman konteks dan kompleksitas situasi
2. Pengumpulan Informasi: Setelah masalah diidentifikasi, langkah berikutnya adalah mengumpulkan informasi yang relevan. Informasi ini bisa berupa data, bukti, atau argumen yang diperlukan untuk memahami masalah lebih dalam. Ennis (2011) menyatakan bahwa pengumpulan informasi yang akurat dan relevan adalah komponen penting dalam berpikir kritis, karena informasi inilah yang akan digunakan untuk mengevaluasi berbagai kemungkinan solusi.
3. Analisis Informasi:
 Analisis informasi melibatkan pemecahan informasi yang dikumpulkan menjadi komponen-komponen yang lebih kecil untuk memahami struktur dan hubungan antara bagian-bagiannya. Facione (2011) menekankan pentingnya analisis dalam berpikir kritis, karena tahap ini memungkinkan seseorang untuk melihat gambaran besar dengan mengurai detail-detail yang ada.
4. Evaluasi Bukti dan Argumen: Setelah informasi dianalisis, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi bukti dan argumen yang ada. Paul dan Elder (2014)

mengungkapkan bahwa evaluasi melibatkan penilaian atas validitas dan kredibilitas bukti serta pertimbangan bias atau kekeliruan logika yang mungkin ada dalam argumen.

5. Inferensi dan Penarikan Kesimpulan: Berdasarkan analisis dan evaluasi yang telah dilakukan, siswa kemudian membuat inferensi atau menarik kesimpulan. Inferensi melibatkan penerapan logika untuk menentukan apa yang paling mungkin terjadi atau apa yang terbaik dilakukan dalam situasi tertentu. Ennis (2011) menekankan bahwa kemampuan untuk membuat inferensi yang akurat adalah inti dari berpikir kritis yang efektif.
6. Sintesis dan Pembuatan Keputusan: Setelah kesimpulan ditarik, langkah berikutnya adalah sintesis, yaitu menggabungkan informasi yang diperoleh dengan cara yang koheren untuk membuat keputusan atau mengembangkan solusi. Sternberg (2006) menyatakan bahwa sintesis adalah langkah yang menghubungkan informasi dengan cara yang inovatif, memungkinkan siswa untuk menciptakan solusi baru yang belum pernah dipertimbangkan sebelumnya.
7. Refleksi: Proses terakhir dalam berpikir kritis adalah refleksi, di mana siswa mengevaluasi hasil keputusan mereka dan mempertimbangkan bagaimana proses berpikir mereka bisa diperbaiki. Menurut Fisher (2011), refleksi adalah komponen penting dari berpikir kritis karena memungkinkan pembelajar untuk belajar dari pengalaman dan terus meningkatkan keterampilan berpikir mereka.

2.3.3. Komponen Keterampilan Berpikir Kritis

Dalam pengembangan E-Modul IPA berbasis Brain-Based Learning, komponen-komponen berpikir kritis diintegrasikan dari berbagai pandangan para ahli untuk memfasilitasi peningkatan kemampuan siswa dalam menganalisis,

mengevaluasi, dan menyelesaikan masalah secara efektif. Pandangan para ahli memperkuat pentingnya pendekatan ini dalam pendidikan modern.

(1) Analisis,

Kemampuan analisis adalah fondasi dari berpikir kritis, yang melibatkan penguraian informasi kompleks menjadi bagian-bagian yang dapat dipahami dan diproses secara logis. Misalnya, Facione (2011) mengidentifikasi analisis sebagai salah satu keterampilan inti dalam berpikir kritis yang penting untuk pengambilan keputusan yang baik.

(2) Evaluasi,

proses menilai validitas argumen dan informasi, yang merupakan bagian penting dari berpikir kritis. Menurut Paul dan Elder (2014), evaluasi melibatkan pengujian asumsi, bukti, dan kesimpulan.

(3) Inferensi,

Kemampuan untuk menarik kesimpulan dari bukti, adalah aspek penting dari berpikir kritis. Ennis (2011) menunjukkan bahwa membuat inferensi yang tepat berdasarkan data adalah keterampilan penting yang harus dikembangkan siswa.

(4) Eksplanasi,

Melibatkan kemampuan untuk menjelaskan konsep secara jelas dan logis. Menurut Mayer (2009), penjelasan yang efektif membantu siswa memahami dan mengingat informasi dengan lebih baik, terutama ketika didukung oleh visualisasi yang kuat.

(5) Interpretasi,

Kemampuan untuk memahami dan menerjemahkan informasi ke dalam

konteks yang lebih luas. Mayer (2011) menegaskan pentingnya konteks yang relevan dalam pembelajaran untuk membantu siswa menginterpretasikan data ilmiah secara bermakna.

(6) *Self- Regulation,*

Zimmerman (2000) menekankan pentingnya *self-regulation* dalam pembelajaran, di mana siswa perlu mengatur tujuan dan mengawasi kemajuan mereka sendiri untuk menjadi pembelajar mandiri.

(7) Kreativitas

Bagian penting dari berpikir kritis dalam konteks pemecahan masalah. Menurut Sternberg (2006), kreativitas dalam pendidikan memungkinkan siswa untuk mengembangkan solusi inovatif dan orisinal.

(8) Keterbukaan Pikiran,

Lipman (2003) menyarankan bahwa keterbukaan pikiran adalah esensial dalam berpikir kritis, yang memungkinkan siswa untuk mempertimbangkan perspektif yang berbeda dan belajar dari mereka.

(9) Problem Solving,

Jonassen (2000) menyoroti bahwa pemecahan masalah adalah keterampilan yang sangat dibutuhkan dalam pendidikan modern, yang memungkinkan siswa menerapkan pengetahuan mereka untuk mengatasi tantangan dunia nyata.

(10) Komunikasi,

keterampilan penting dalam berpikir kritis, di mana siswa perlu menyampaikan ide-ide mereka secara efektif. Fisher (2011) menunjukkan bahwa kemampuan berkomunikasi dengan jelas adalah esensial dalam setiap bentuk pemecahan masalah yang efektif.

2.3.4. Relevansi dengan Pendidikan

Pendekatan *Brain Based Learning* memiliki relevansi yang sangat signifikan dalam dunia pendidikan karena menempatkan cara kerja otak sebagai dasar dalam merancang proses pembelajaran. Pembelajaran tidak hanya berorientasi pada penyampaian materi, tetapi juga memperhatikan bagaimana otak menerima, mengolah, menyimpan, dan mengingat informasi sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna.

Menurut Jensen (2005), pembelajaran yang dirancang sesuai dengan cara kerja otak (*brain-compatible learning*) mampu meningkatkan perhatian, motivasi, pemahaman, daya ingat, dan kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan pada situasi yang berbeda. Oleh karena itu, guru perlu menciptakan lingkungan belajar yang aman, menyenangkan, menantang, dan kaya pengalaman agar potensi otak peserta didik berkembang secara optimal. Pendapat tersebut diperkuat oleh Caine dan Caine (1994) yang menyatakan bahwa otak belajar secara optimal ketika peserta didik terlibat secara aktif dalam pengalaman belajar yang bermakna, bebas dari tekanan yang berlebihan, serta memperoleh kesempatan untuk menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman yang telah dimiliki. Dengan demikian, pembelajaran hendaknya tidak hanya berpusat pada guru (*teacher centered*), tetapi lebih menekankan keterlibatan aktif peserta didik (*student centered*). Selanjutnya, Sousa (2017) menjelaskan bahwa pemahaman guru terhadap cara kerja otak sangat penting dalam menentukan strategi pembelajaran yang efektif. Guru perlu menggunakan berbagai metode, media, aktivitas kolaboratif, dan pengalaman belajar yang bervariasi agar mampu mengakomodasi perbedaan

karakteristik belajar peserta didik. Pembelajaran yang bervariasi juga dapat meningkatkan perhatian dan retensi informasi dalam memori jangka panjang. Menurut Wolfe (2001), hasil penelitian neurosains menunjukkan bahwa pembelajaran akan lebih efektif apabila peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang melibatkan berbagai indera (*multisensory learning*), interaksi sosial, aktivitas pemecahan masalah, serta kesempatan untuk melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah berlangsung. Oleh karena itu, penggunaan media pembelajaran digital seperti E-Modul sangat relevan karena mampu mengintegrasikan teks, gambar, video, animasi, dan latihan interaktif yang mendukung cara kerja otak. Sementara itu, Zull (2002) mengemukakan bahwa proses belajar merupakan perubahan struktur dan koneksi antarsel saraf di dalam otak. Semakin aktif peserta didik berpikir, menganalisis, berdiskusi, dan memecahkan masalah, semakin kuat pula jaringan saraf yang terbentuk sehingga pemahaman konsep menjadi lebih mendalam. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis aktivitas dan pengalaman nyata lebih efektif dibandingkan pembelajaran yang hanya menekankan hafalan. Dalam konteks implementasi E-Modul IPA berbasis *Brain Based Learning*, pendekatan ini sangat relevan karena E-Modul menyediakan berbagai fitur interaktif, seperti gambar, video, simulasi, kuis, dan refleksi pembelajaran yang mampu merangsang aktivitas berbagai bagian otak. Selain itu, pembelajaran IPA yang menekankan pengamatan, penyelidikan, eksperimen, dan pemecahan masalah sejalan dengan prinsip-prinsip *Brain Based Learning*, sehingga berpotensi meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan *Brain Based Learning* memiliki relevansi yang sangat kuat dengan pendidikan karena mampu menciptakan proses pembelajaran yang aktif, bermakna, menyenangkan, serta sesuai dengan cara kerja otak. Penerapan pendekatan ini melalui E-Modul IPA diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

2.3.5. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis (Critical Thinking)

Fakta empiris dari penerapan BBL dalam pembelajaran menunjukkan peningkatan pada indikator-indikator spesifik berpikir kritis (Facione):

1. Interpretasi & Analisis: Siswa lebih cepat mengidentifikasi masalah dalam E-Modul karena otak distimulasi oleh fase *Inisiasi* (pemberian rangsangan visual/video).
2. Evaluasi: Dalam model BBL, terdapat fase *Verifikasi* yang memberikan kesempatan otak untuk mengoreksi kesalahan. Data menunjukkan kemampuan evaluasi siswa meningkat secara signifikan ketika mereka diberikan umpan balik instan melalui E-Modul.

Keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*) merupakan salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki peserta didik pada abad ke-21. Kemampuan ini sangat diperlukan agar peserta didik mampu memahami informasi secara mendalam, menganalisis berbagai permasalahan, mengevaluasi bukti yang tersedia, serta mengambil keputusan yang logis dan bertanggung jawab. Dalam pembelajaran IPA, keterampilan berpikir kritis menjadi aspek penting karena peserta didik dituntut untuk mengamati fenomena alam, mengidentifikasi masalah, menyusun hipotesis,

melakukan penyelidikan, menganalisis hasil, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah.

Menurut Ennis (2011), berpikir kritis adalah proses berpikir yang rasional dan reflektif yang berfokus pada penentuan apa yang harus dipercaya atau dilakukan (*reasonable and reflective thinking focused on deciding what to believe or do*). Berpikir kritis tidak hanya menekankan kemampuan mengingat informasi, tetapi juga kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan membuat keputusan berdasarkan alasan yang logis.

Pendapat tersebut sejalan dengan Facione (2015) yang menjelaskan bahwa berpikir kritis merupakan proses penilaian yang bertujuan dan dilakukan melalui kegiatan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, serta pengaturan diri (*self-regulation*). Facione menegaskan bahwa kemampuan tersebut sangat penting dalam menyelesaikan masalah yang kompleks dan mengambil keputusan secara objektif.

Sementara itu, Paul dan Elder (2006) mendefinisikan berpikir kritis sebagai proses berpikir yang disiplin dan terarah untuk menganalisis serta mengevaluasi informasi dengan tujuan memperbaiki kualitas berpikir seseorang. Menurut mereka, seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis mampu mengajukan pertanyaan yang tepat, mengumpulkan informasi yang relevan, menguji berbagai alternatif penyelesaian masalah, serta menghasilkan kesimpulan yang logis berdasarkan bukti.

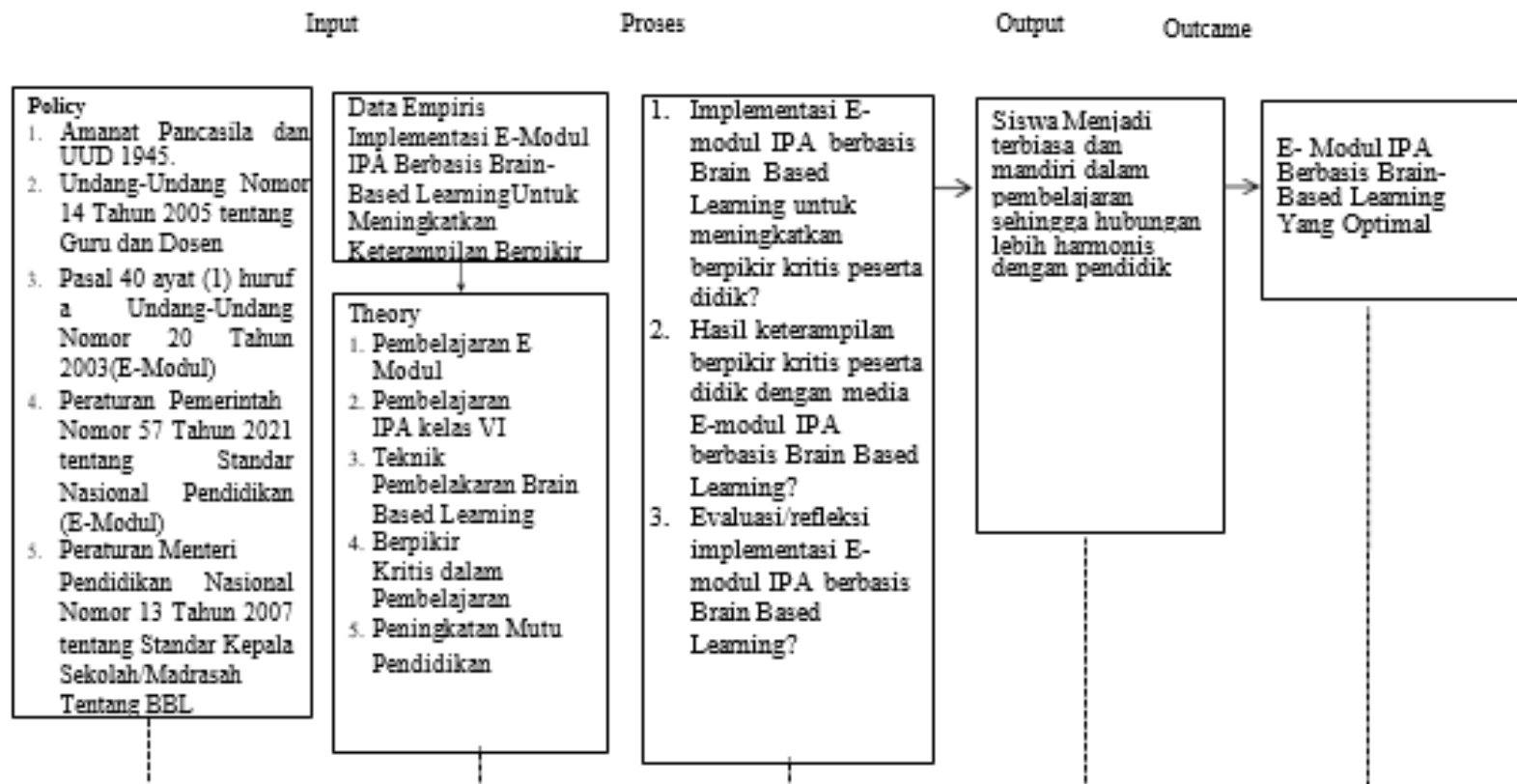
Dalam konteks pendidikan, peningkatan keterampilan berpikir kritis tidak terjadi secara otomatis, melainkan memerlukan proses pembelajaran yang dirancang secara sistematis. Guru perlu menciptakan lingkungan belajar yang mendorong peserta didik aktif bertanya, berdiskusi, mengemukakan pendapat, melakukan penyelidikan, serta memecahkan masalah berdasarkan fakta. Oleh karena itu, pemilihan model

pembelajaran dan media yang tepat menjadi faktor penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Pendekatan Brain Based Learning merupakan salah satu pendekatan yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis karena pembelajaran dirancang sesuai dengan cara kerja otak dalam menerima, mengolah, dan menyimpan informasi. Melalui kegiatan eksplorasi, diskusi, refleksi, pemecahan masalah, serta penggunaan media interaktif seperti E-Modul IPA, peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna sehingga mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*).

Kelima indikator tersebut digunakan sebagai acuan untuk menganalisis sejauh mana penggunaan E-Modul IPA berbasis Brain Based Learning mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas VI Sekolah Dasar.

2.4. Kerangka berpikir



Feedback
Gambar 2.3
Pendekatan Masalah