

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara (Undang-Undang No. 20 Tahun 2003). Pendidikan diarahkan untuk mengembangkan potensi dan keterampilan peserta didik yang kelak dapat menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas dan mampu menghadapi tantangan kehidupan dan berkemampuan secara proaktif untuk menyesuaikan dirinya terhadap perkembangan zaman (Ifnaldi, 2021; Ramadani, 2024).

Seiring dengan tuntutan dan perkembangan yang terjadi di abad ke-21 ini, pendidikan kini berorientasi untuk mengembangkan keterampilan peserta didik untuk memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari melalui pembelajaran yang bermakna (A. Safitri dkk., 2022). Pembelajaran merupakan proses pengenalan pengetahuan yang dirancang oleh guru dalam rangka mengembangkan potensi peserta didik sehingga peserta didik memperoleh pengetahuan secara efektif dan efisien dengan hasil optimal (Arifin, 2022; Jufri dkk., 2023). Salah satu pembelajaran yang terdapat dalam sekolah adalah pembelajaran sains.

Septiani dan Fatonah, (2024) menyatakan bahwa pembelajaran sains merupakan pembelajaran yang mengarahkan peserta didik untuk mencari tahu mengenai alam semesta secara sistematis untuk menguasai pengetahuan, fakta, konsep, prinsip, proses penemuan, dan mengembangkan sikap ilmiah peserta didik. Pembelajaran fisika sebagai salah satu cabang dalam ilmu sains pada hakikatnya memiliki tiga aspek utama yaitu aspek afektif, proses, dan ilmu. Pembelajaran fisika ini bertujuan agar peserta didik mampu menguasai konsep-konsep fisika dan keterkaitannya serta mampu menggunakan metode ilmiah yang dilandasi sikap

ilmiah (Mundilarto, 2002). Untuk dapat memperoleh, mengembangkan, menerapkan konsep, prinsip, dan hukum yang ada pada sains, dibutuhkan sebuah keterampilan yang mendukung proses penyelidikan ilmiah.

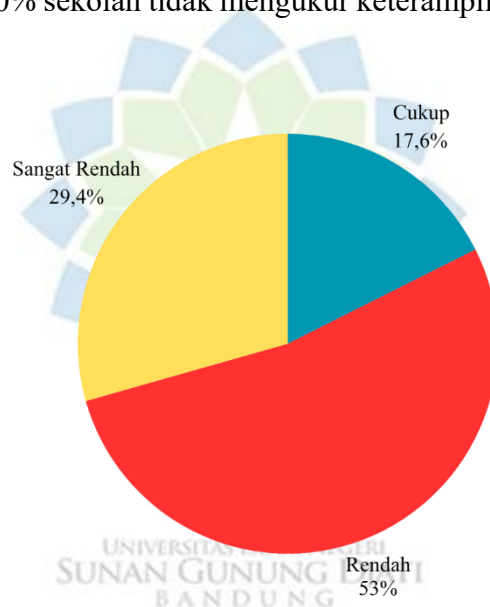
Menurut Özgelen (2012), keterampilan proses sains adalah keterampilan yang digunakan para ilmuwan untuk mengkonstruksi pengetahuan guna memecahkan masalah dan merumuskan hasil. Keterampilan proses sains juga dijelaskan sebagai keterampilan mendeskripsikan, memprediksi, menjelaskan, dan beradaptasi dengan fenomena alam (Abruscato, 1988; Carin dkk., 2005). Dalam implementasi Kurikulum Merdeka, keterampilan proses sains merupakan salah satu komponen yang penting. Keterampilan ini dapat mendukung tercapainya Capaian Pembelajaran (CP) (Triani, 2023). Selain itu, keterampilan proses sains ini dapat membentuk karakter peserta didik yang memiliki rasa ingin tahu, objektif, teliti, dan bertanggung jawab sesuai dengan Profil Pelajar Pancasila (Churiroh dkk., 2026; Pradipta & Rochmiyati, 2024).

Kurikulum Merdeka yang digunakan di sekolah mendorong peserta didik untuk terlibat sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran dengan memotivasi mereka untuk mengajukan pertanyaan dan melakukan investigasi ilmiah (Putri, 2023). Hal tersebut berkaitan dengan Germann dan Aram (1996) yang menyatakan bahwa keterampilan proses sains dapat memberikan landasan intelektual dalam penyelidikan ilmiah untuk memecahkan masalah atau melakukan eksperimen sains atau praktikum (Septiani & Fatonah, 2024; Suja, 2023). Keterampilan proses sains dipandang sebagai keterampilan pemecahan masalah dimana suatu masalah direpresentasikan lalu dilakukan proses yang sistematis agar sampai pada pemecahan masalah (Gagne dkk., 1993).

Praktikum adalah kegiatan belajar yang menuntut peserta didik untuk melakukan pengamatan, percobaan, atau pengujian suatu konsep atau prinsip materi. Praktikum menekankan pada aspek psikomotorik (keterampilan), kognitif (pengetahuan) dan afektif (sikap) dengan menggunakan peralatan di laboratorium/kebun percobaan/lapangan yang terjadwal. Berdasarkan hasil riset OECD pada tahun 2018, Indonesia berada dalam peringkat ke-70 dari 77 negara dalam kemampuan sains dengan nilai 396 (OECD., 2018). Hal tersebut

menunjukkan rendahnya kemampuan peserta didik dalam kemampuan sains yang sarat dengan keterampilan proses sains.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mahmudah dkk (2019), keterampilan proses sains peserta didik masih termasuk ke dalam kategori rendah dengan persentase sebesar 76% pada kategori rendah dan 24% pada kategori sedang. Sulastri dkk (2021) dalam penelitiannya pun menyatakan bahwa keterampilan proses sains peserta didik termasuk ke dalam kategori rendah dibuktikan dengan persentase rata-rata keterampilan proses sains peserta didik sebesar 59,11% dari skor maksimal 100%. Selain itu, menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Elvanisi dkk., 2018a), hampir 80% sekolah tidak mengukur keterampilan proses sains siswa dengan baik dan benar.



Gambar 1.1. Hasil Studi Pendahuluan Keterampilan Proses Sains di kelas XI IPA salah satu MA di Kabupaten Bandung

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan di kelas XI IPA di salah satu MA di Kabupaten Bandung melalui tes menggunakan soal keterampilan proses sains yang dikembangkan oleh Alandia (2019), diperoleh hasil keterampilan proses sains peserta didik pada materi momentum dan impuls sebesar 17,6% pada kategori cukup, 53% pada kategori rendah, dan 29,4% pada kategori sangat rendah menurut kriteria dari Rustaman (2005). Indikator yang paling lemah dari KPS siswa adalah merumuskan hipotesis dengan persentase 35,2% dan menerapkan konsep dengan persentase 17,6%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keterampilan proses sains

yang dimiliki peserta didik masih rendah. Sedangkan keterampilan proses sains ini merupakan keterampilan yang dibutuhkan dalam pembelajaran fisika yang erat kaitannya dengan kegiatan praktikum.

Furqan dkk. (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa rendahnya keterampilan proses sains ini disebabkan oleh modul praktikum yang kurang efektif dalam membantu mengembangkan keterampilan peserta didik. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasanah (2021) yang menunjukkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik termasuk ke dalam kategori rendah karena modul praktikum yang kurang memadai. Hal tersebut sejalan dengan hasil studi pendahuluan yang ditemui.

Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan melalui wawancara bersama guru fisika yang mengajar di kelas salah satu MA di Kabupaten Bandung menyatakan bahwa modul praktikum yang digunakan di sekolah belum dapat mengasah keterampilan proses sains peserta didik. Modul yang biasa digunakan masih berupa gabungan antara petunjuk yang ada pada kit alat dan penyesuaian sederhana oleh guru mata pelajaran fisika terkait. Desain modul tersebut masih terbatas dan belum menerapkan desain yang interaktif sehingga proses eksplorasi pengetahuan peserta didik belum maksimal. Padahal, salah satu komponen yang menunjang kegiatan praktikum adalah modul praktikum. Modul praktikum ini memiliki peran sebagai bahan ajar dan sarana pendidikan yang mendukung kegiatan pembelajaran khususnya dalam kegiatan praktikum. Selain itu, berdasarkan angket yang telah diisi oleh peserta didik menunjukkan bahwa modul praktikum yang digunakan masih kurang optimal dan terkadang sukar dipahami sehingga menghambat kegiatan praktikum. Jarangnya pelaksanaan praktikum dalam pembelajaran pun menjadi salah satu alasan kurang optimalnya pengembangan keterampilan proses sains peserta didik.

Pengembangan modul praktikum yang dapat menunjang pembelajaran dan mampu meningkatkan keterampilan proses sains (Hasanah, 2021; Wahyudi & Lestari, 2019). Modul praktikum ini harus bertujuan untuk memperjelas dan memudahkan penyajian serta mampu membuat peserta didik lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran dengan praktikum (Sukardiyono & Wardani, 2013). Strategi

yang dapat dilakukan untuk menangani permasalahan mengenai modul praktikum ini yaitu dengan mengembangkan modul praktikum fisika interaktif yang dapat digunakan peserta didik secara optimal.

Modul praktikum adalah bahan ajar yang mencakup kegiatan-kegiatan dan tahapan praktikum yang disusun secara sistematis untuk tujuan tertentu tanpa atau dengan bantuan guru (Susanti, 2019). Modul praktikum harus dapat disesuaikan dengan karakteristik, dan tahapan perkembangan peserta didik (Finnajah dkk., 2016). Penyusunan modul praktikum juga harus dapat membantu peserta didik memahami sejumlah materi pembelajaran yang sulit dipahami karena materi tersebut bersifat abstrak, rumit, dan asing. Modul dapat membantu peserta didik menggambarkan sesuatu materi yang abstrak dengan penggunaan memadukan gambar, foto, bagan, skema dan lainnya agar dapat mengembangkan keterampilan proses sains peserta didik.

Modul praktikum ini dibuat dalam bentuk e-modul karena mampu mengintegrasikan materi, gambar, video, animasi dan simulasi dalam satu media yang dapat diakses secara mandiri melalui berbagai perangkat digital. Penggunaan e-modul juga memberikan fleksibilitas kepada peserta didik untuk belajar kapan saja dan di mana saja, sehingga dapat meningkatkan kemandirian belajar serta keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran (Putra dkk., 2025).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rizaldi dkk (2022), e-modul praktikum efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Hal tersebut ditunjukkan dengan rerata nilai keterampilan proses sains sebesar 75,41 dalam kategori baik. Di sisi lain, (Sheng dkk., 2016) menegaskan bahwa integrasi *virtual laboratory* dapat membantu peserta didik melaksanakan praktikum secara optimal dalam proses pembelajaran. Namun e-modul yang dikembangkan masih memiliki keterbatasan karena belum memuat *virtual laboratory* yang diintegrasikan secara langsung di dalam modul. Oleh karena itu, kebaruan (*novelty*) dalam penelitian ini terletak pada pengembangan e-modul praktikum yang terintegrasi langsung dengan *virtual laboratory*. Pendekatan ini dihadirkan guna mengisi celah penelitian tersebut sehingga dapat memberikan pengalaman kegiatan penyelidikan secara interaktif kepada peserta didik yang

diintegrasikan di dalam modul tersebut dalam kegiatan praktikum untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Kegiatan praktikum menerapkan indikator-indikator yang terdapat dalam keterampilan proses sains dalam materi momentum dan impuls. Momentum dan impuls sebagai materi fisika yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari berkaitan dengan keterampilan mengamati (observasi) yang merupakan salah satu indikator dalam keterampilan proses sains. Tumbukan sebagai salah satu contoh dari peristiwa momentum dan impuls disajikan sebagai masalah yang kemudian diamati oleh peserta didik dan dilakukan pula analisis, interpretasi, dan indikator-indikator lainnya yang dapat mengembangkan keterampilan proses sains peserta didik dalam tahapannya.

Struktur *virtual laboratory* yang digunakan dalam penelitian ini berbasis peramban web dengan bahasa pemrograman HTML5 yang memungkinkan siswa menyelesaikan praktikum dan mengeksplorasi konsep dan teori tanpa masuk ke lab sains secara fisik (Aşıksoy & Islek, 2017; Nanto dkk., 2022). HTML5 merupakan sebuah bahasa pemrograman untuk membuat stuktur dan menampilkan sebuah tampilan web, yang merupakan elemen utama dari internet. Penggunaan teknologi HTML5 dipilih karena memungkinkan e-modul dijalankan secara langsung melalui peramban (*web browser*) pada komputer maupun gawai tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan. Karakteristik tersebut menjadikan e-modul lebih mudah diakses oleh guru maupun peserta didik serta mendukung pelaksanaan pembelajaran yang fleksibel. Integrasi HTML5 dengan *virtual laboratory* memungkinkan penyajian simulasi praktikum yang interaktif sehingga peserta didik tidak hanya mempelajari konsep Momentum dan Impuls secara teoritis, tetapi juga dapat melakukan pengamatan, mengumpulkan data, menganalisis hasil percobaan, dan menarik kesimpulan sebagaimana pada kegiatan praktikum di laboratorium (Aulia dkk., 2025).

Selain integrasi media, pemilihan model pembelajaran yang tepat juga menjadi kunci utama dalam mengoptimalkan keterampilan proses sains peserta didik. Penelitian ini menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL). *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran berbasis masalah kontekstual

yang menuntut peserta didik untuk belajar secara aktif melalui proses investigasi dan pemecahan masalah nyata (Tan & Tee, 2003). Pemilihan model pada penelitian ini dilakukan karena *Problem Based Learning* (PBL) memiliki sintaks yang selaras dan berorientasi langsung pada indikator keterampilan proses sains, seperti mengamati, merumuskan masalah, mengajukan hipotesis, hingga menarik kesimpulan (Kasuga, 2022). Melalui integrasi model *Problem Based Learning* (PBL) di dalam e-modul berbasis *virtual laboratory*, peserta didik tidak hanya dihadapkan pada pemecahan masalah secara kontekstual, tetapi juga difasilitasi untuk melakukan investigasi dan eksperimen mandiri secara digital guna mengkonstruksi pemahamannya.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik dalam pembelajaran fisika yang dirumuskan dalam judul penelitian **“Pengembangan E-Modul Praktikum *Virtual Laboratory* Berbasis HTML5 untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada Materi Momentum dan Impuls”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, maka permasalahan penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi momentum dan impuls?
2. Bagaimana keterlaksanaan penggunaan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 terhadap keterampilan proses sains peserta didik kelas XI IPA MA Ibnu Rusyd pada materi momentum dan impuls?
3. Bagaimana peningkatan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI IPA MA Ibnu Rusyd terhadap materi momentum dan impuls setelah menggunakan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut untuk menjelaskan:

1. Kelayakan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi momentum dan impuls.
2. Keterlaksanaan penggunaan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 terhadap keterampilan proses sains peserta didik kelas XI IPA MA Ibnu Rusyd pada materi momentum dan impuls.
3. Peningkatan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI IPA MA Ibnu Rusyd terhadap materi momentum dan impuls menggunakan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan dalam penelitian agar penelitian dapat berlangsung dengan lebih fokus dan terarah. Adapun Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pembelajaran dalam penelitian ini berfokus pada pengembangan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 dengan keterlaksanaan yang diukur menggunakan lembar observasi.
2. Penelitian ini menganalisis keterampilan proses sains peserta didik dengan indikator meliputi keterampilan mengamati (observasi), mengelompokkan (klasifikasi), menafsirkan (interpretasi), meramalkan (prediksi), mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat/bahan, menerapkan konsep, dan berkomunikasi.
3. Materi fisika dalam penelitian ini berfokus pada materi momentum dan impuls untuk peserta didik kelas XI MIPA.
4. Penelitian dilaksanakan pada peserta didik kelas XI MIPA di MA Ibnu Rusyd Kabupaten Bandung.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pelaksanaan pembelajaran fisika baik dari segi teori maupun praktik.

A. Manfaat teoretis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan pengembangan

maupun penerapan modul praktikum untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik dalam materi yang berkaitan dengan momentum dan impuls.

B. Manfaat praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis untuk berbagai pihak yang terlibat. Pihak yang terlibat yaitu peserta didik, pendidik, dan peneliti.

a. Bagi peserta didik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar langsung pada materi pembelajaran fisika bagian momentum dan impuls, mempermudah peserta didik dalam melakukan kegiatan praktikum di sekolah, memberikan modul praktikum sebagai bahan ajar yang inovatif dan menarik, serta mampu meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik yang berkaitan dengan materi momentum dan impuls.

b. Bagi pendidik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif bahan ajar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, mengomunikasikan pembelajaran yang efektif antara guru dan peserta didik, serta menjadikan proses pembelajaran dalam praktikum lebih bervariasi sehingga dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik dalam pembelajaran fisika.

c. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengalaman dan pembelajaran bagi peneliti dalam mengembangkan dan menggunakan modul praktikum sebagai bahan ajar yang inovatif dalam pembelajaran. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

F. Definisi Operasional

Definisi operasional digunakan untuk menghindari kesalahpahaman dan mempermudah pemahaman beberapa istilah yang digunakan antara lain:

1. E-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5

E-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 merupakan modul praktikum yang berorientasi terhadap keterampilan proses sains peserta didik. Dalam tahapannya, modul ini mengimplementasikan indikator-indikator keterampilan proses sains. *Virtual laboratory* yang digunakan dalam modul ini

berbasis HTML5 yang bisa diakses dalam peramban web. Desain modul dilakukan secara elektronik yang kemudian dapat diakses melalui gawai manapun. Selain implementasi indikator-indikator keterampilan proses sains, modul ini berbasis pada model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dikarenakan sintaksnya yang identik dengan keterampilan proses sains. E-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 kemudian dilakukan validasi materi dan validasi media oleh dua validator materi dan dua validator media.

2. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah kemampuan siswa untuk menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan dan menemukan ilmu pengetahuan. Keterampilan proses sains meliputi keterampilan proses dasar (*basic science process skill*) dan keterampilan proses terintegrasi (*integrated process skill*). Keterampilan ini diukur melalui sepuluh soal tes pilihan ganda yang terintegrasi dengan indikator-indikator meliputi keterampilan mengamati (observasi), mengelompokkan (klasifikasi), menafsirkan (interpretasi), meramalkan (prediksi), mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat/bahan, menerapkan konsep, dan berkomunikasi.

3. Momentum dan Impuls

Penelitian ini menggunakan materi momentum dan impuls yang dipelajari pada semester ganjil kelas XI IPA pada Kurikulum Merdeka Fase F. Materi ini membahas konsep momentum, impuls, hukum kekekalan momentum, serta penerapannya pada berbagai jenis tumbukan dalam kehidupan sehari-hari.

Materi Momentum dan Impuls disajikan melalui e-modul praktikum virtual laboratory berbasis HTML5 yang memuat uraian materi, simulasi praktikum, dan lembar kegiatan peserta didik. Materi yang dipelajari mencakup konsep momentum, konsep impuls, hubungan antara impuls dan perubahan momentum, hukum kekekalan momentum, serta tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian, dan tidak lenting sama sekali.

G. Kerangka Berpikir

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan pada salah satu MA di Kabupaten Bandung, ditemukan hasil bahwa keterampilan proses sains peserta didik pada materi momentum dan impuls masih termasuk ke dalam kategori rendah. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Elvanisi dkk. (2018) yang memperoleh hasil bahwa keterampilan proses sains peserta didik sekolah menengah atas pada materi pelajaran fisika masih termasuk ke dalam kategori rendah. Rendahnya keterampilan proses sains ini terjadi karena disebabkan oleh modul praktikum yang kurang efektif dalam membantu mengembangkan keterampilan peserta didik (Hasanah, 2021; Zainuddin dkk., 2020). Nyatanya, modul merupakan komponen penting yang menunjang kegiatan praktikum. Modul praktikum ini berperan sebagai bahan ajar dan sarana pendidikan yang mendukung keberlangsungan kegiatan praktikum.

Pengembangan modul praktikum yang dapat menunjang pembelajaran berperan penting dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik (Hasanah, 2021; Wahyudi & Lestari, 2019). Modul ini kemudian dapat digunakan oleh peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran secara mandiri. Selain itu, pengembangan modul praktikum juga bertujuan untuk memperjelas dan memudahkan penyajian serta mampu membuat peserta didik lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran dengan praktikum (Sukardiyono & Wardani, 2013).

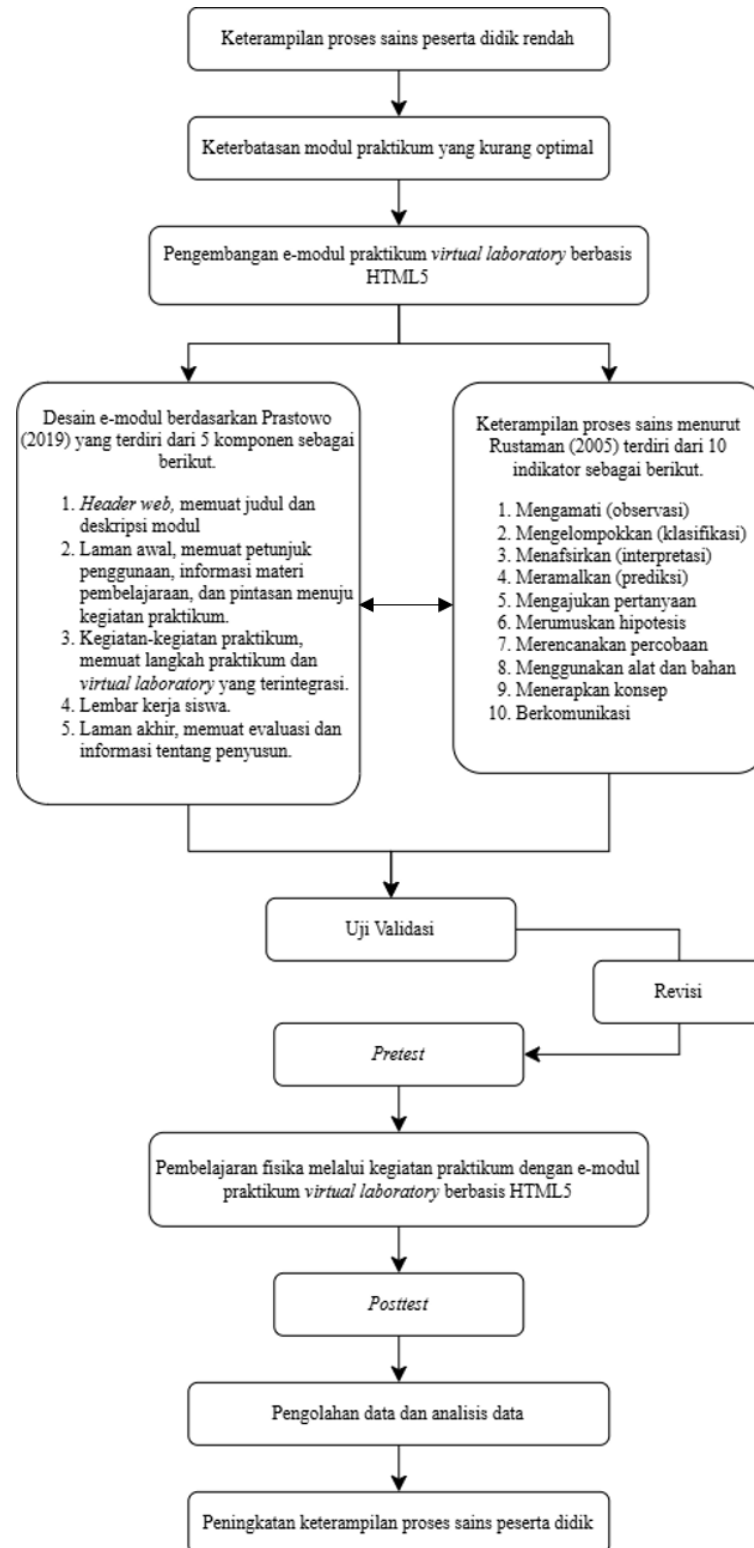
Peningkatan keterampilan proses sains ini dapat dikembangkan melalui pengembangan media ajar yang dapat menunjang kegiatan pembelajaran dengan efektif serta dapat mengajak peserta didik untuk lebih aktif. Pembelajaran dapat dikatakan efektif jika dalam penyampaian materi dapat diterima dengan jelas oleh peserta didik. Agar penyampaian materi dapat tersampaikan dengan baik, dibutuhkan media pembelajaran yang interaktif dan mudah untuk dipahami oleh peserta didik. Berdasarkan permasalahan tersebut, strategi yang dapat dilakukan adalah dengan pengembangan bahan ajar e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 yang diintegrasikan dengan model *Problem Based Learning* (PBL).

E-modul yang dikembangkan ini memiliki karakteristik utama berupa penyajian simulasi praktikum digital yang interaktif dan berbasis masalah (*problem based*). Kelebihan e-modul ini terletak pada kemampuannya memberikan pengalaman praktikum tanpa terbatas ruang dan waktu, serta memandu peserta didik secara sistematis melalui langkah-langkah investigasi ilmiah. Karakteristik dan kelebihan e-modul tersebut memiliki keterkaitan erat dengan indikator keterampilan proses sains. Fitur *virtual laboratory* memfasilitasi keterampilan menggunakan alat/bahan, mengamati, dan merencanakan percobaan secara simulatif. Sementara itu, sintaks *Problem Based Learning* (PBL) pada pembelajaran menuntun peserta didik dalam merumuskan hipotesis, mengajukan pertanyaan, hingga menafsirkan data dan berkomunikasi.

Penerapan *Problem Based Learning* (PBL) menjadi akselerator utama dalam memfasilitasi setiap indikator keterampilan proses sains tersebut. Pembelajaran yang diawali dengan orientasi masalah pada materi momentum dan impuls mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan dan merumuskan hipotesis. Selanjutnya, tahap pengorganisasian dan pembimbingan penyelidikan mendorong peserta didik merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan melalui simulasi *virtual laboratory*, serta mengamati fenomena yang terjadi. Pada tahap akhir, proses menyajikan hasil karya dan menganalisis evaluasi pemecahan masalah secara langsung melatih keterampilan menafsirkan, menerapkan konsep, hingga berkomunikasi. Melalui keselarasan antara sintaks *Problem Based Learning* (PBL) dengan indikator keterampilan proses sains ini, e-modul tidak hanya menyajikan materi secara interaktif tetapi juga membangun pola pikir ilmiah peserta didik secara utuh.

E-modul yang dikembangkan menyajikan kegiatan-kegiatan praktikum yang dapat membantu peserta didik untuk memahami materi dan mengembangkan keterampilan proses sains. Selain itu, peningkatan keterampilan proses sains peserta didik ditinjau berdasarkan hasil *posttest*. Indikator keterampilan proses sains menurut Rustaman dkk. (2005) meliputi keterampilan mengamati (observasi), mengelompokkan (klasifikasi), menafsirkan (interpretasi), meramalkan (prediksi), mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan,

menggunakan alat/bahan, menerapkan konsep, dan berkomunikasi. Berdasarkan uraian di atas, kerangka berpikir dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Kerangka Berpikir Penelitian

H. Hipotesis Penelitian

Penelitian ini memiliki hipotesis yang akan diuji kebenarannya. Adapun hipotesis pada penelitian pengembangan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan proses sains peserta didik sebelum dan setelah diterapkan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 pada materi momentum dan impuls di kelas XI IPA MA Ibnu Rusyd.

H_a : Terdapat perbedaan keterampilan proses sains peserta didik sebelum dan setelah diterapkan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 pada materi momentum dan impuls di kelas XI IPA MA Ibnu Rusyd.

Adapun hipotesis statistik pada penelitian pengembangan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 sebagai berikut.

H_0 : $\mu_{pretest} \geq \mu_{posttest}$

H_a : $\mu_{pretest} < \mu_{posttest}$

I. Hasil Penelitian Terdahulu

Pembahasan pada penelitian terdahulu mengenai pengembangan e-modul praktikum *virtual laboratory* berbasis HTML5 untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik membantu penulis dalam penyusunan proposal penelitian.

1. Fadli dan Verawati (2022) dalam penelitiannya “Pengembangan Laboratorium Virtual Gelombang Bunyi Berbasis HTML5, CSS, Dan JavaScript” menjelaskan bahwa penerapan laboratorium virtual sebagai pendukung pembelajaran berbasis HTML5, CSS, dan JavaScript layak digunakan dan dapat mendukung pembelajaran fisika SMA.
2. Sheng dkk. (2016) dalam penelitiannya “*A virtual laboratory based on HTML5*” menjelaskan bahwa pengembangan *virtual laboratory* berbasis HTML5 dapat membantu siswa dalam melakukan eksperimen/praktikum pada proses kegiatan pembelajaran.
3. Astuti dkk. (2018) dalam penelitiannya “*Developing Practicum Module of Particle Dynamics Based on Scientific Methods to Improve Students' Science*

Process Skills” menjelaskan bahwa penggunaan modul praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

4. Furqan dkk. (2016) dalam penelitiannya “Pengembangan modul praktikum berbasis inkuiri untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa kelas X di SMA Negeri 1 Bukit Bener Meriah” menjelaskan bahwa penerapan modul praktikum pada kegiatan pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa secara signifikan.
5. Zainuddin dkk. (2020) dalam penelitiannya “*The Effectiveness Of Fluid Physics Practicum Module Based On Wetland Environment To Train Science Process Skills*” menjelaskan bahwa penerapan modul praktikum efektif untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik pada pembelajaran.
6. Dela Cruz (2015) dalam penelitiannya “*Development of an experimental science module to improve middle school students’ integrated science process skills*” menjelaskan bahwa penerapan modul eksperimen berbasis keterampilan proses sains pada peserta didik dapat meningkatkan keterampilan proses sains.
7. Rizaldi dkk. (2022) dalam penelitiannya “Efektifitas E-Modul Praktikum Fisika Berbasis Model *Problem Based Learning* Menggunakan *Smart Apps Creator* terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA/MA” menjelaskan bahwa penggunaan e-modul praktikum dalam pembelajaran layak digunakan dan terbukti dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.
8. Adnan dkk. (2025) dalam penelitiannya “Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Melalui Kegiatan Praktikum Pada Materi Fluida Statis Di SMAN Unggul Pidie Jaya” menjelaskan bahwa kegiatan praktikum dalam pembelajaran dapat mendukung peningkatan keterampilan proses sains peserta didik.
9. Bhakti dkk. (2023) dalam penelitiannya “*Developing Virtual Physics Practicum Module of Optic Based on Guided Inquiry to Improve Students’ Science Process Skills*” menjelaskan bahwa penggunaan e-modul praktikum *virtual laboratory* dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

10. Wola dkk. (2023) dalam penelitiannya “*Development of a Laboratory-based Physics Module with a Science Process Skills Approach to enhance the interest of High School Students*” menjelaskan bahwa penggunaan modul praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains.

Berdasarkan uraian beberapa penelitian terdahulu di atas, terdapat keterkaitan serta fokus kajian beragam terkait pemanfaatan media pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Guna memberikan pemetaan yang lebih jelas dan sistematis mengenai kedudukan penelitian ini, sintesis berupa persamaan dan perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang dikembangkan disajikan pada Tabel 1.1. berikut.

Tabel 1.1. Hasil Penelitian Terdahulu

No	Judul	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1	Pengembangan Laboratorium Virtual Gelombang Bunyi Berbasis HTML5, CSS, Dan JavaScript	Penerapan laboratorium virtual sebagai pendukung pembelajaran berbasis HTML5, CSS, dan JavaScript layak digunakan dan dapat mendukung pembelajaran fisika SMA	Pengembangan dan penggunaan laboratorium virtual	Penerapan belum mengukur keterampilan peserta didik secara spesifik, hanya keterlaksanaan
2	<i>A virtual laboratory based on HTML5</i>	Pengembangan <i>virtual laboratory</i> berbasis HTML5 dapat membantu siswa dalam melakukan eksperimen/ praktikum pada proses kegiatan pembelajaran.	Pengembangan dan penggunaan laboratorium virtual	Penerapan belum mengukur keterampilan peserta didik secara spesifik, hanya keterlaksanaan
3	<i>Developing Practicum Module of Particle Dynamics Based on Scientific Methods to</i>	Penggunaan modul praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik	Pengembangan modul praktikum berupa modul digital	Pengembangan modul berbentuk digital dengan HTML5 yang dapat diakses tanpa aplikasi tambahan serta

No	Judul	Hasil	Persamaan	Perbedaan
	<i>Improve Students' Science Process Skills</i>			integrasi indikator keterampilan proses sains dalam setiap langkah kegiatan praktikum
4	Pengembangan modul praktikum berbasis inkuiri untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa kelas X di SMA Negeri 1 Bukit Bener Meriah	Penerapan modul praktikum pada kegiatan pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa secara signifikan.	Penggunaan modul praktikum untuk meningkatkan keterampilan proses sains.	Model pembelajaran yang digunakan dalam modul praktikum ini adalah <i>Problem Based Learning</i> (PBL)
5	<i>The Effectiveness Of Fluid Physics Practicum Module Based On Wetland Environment To Train Science Process Skills</i>	Penerapan modul praktikum efektif untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik pada pembelajaran	Penggunaan modul praktikum untuk meningkatkan keterampilan proses sains.	Indikator keterampilan proses sains diintegrasikan pada tiap tahapan kegiatan dalam modul praktikum, materi yang digunakan adalah momentum dan impuls
6	<i>Development of an experimental science module to improve middle school students' integrated</i>	Penerapan modul eksperimen berbasis keterampilan proses sains pada peserta didik dapat meningkatkan keterampilan proses sains	Berfokus pada pengembangan bahan ajar berbasis modul guna melatih indikator keterampilan proses sains	Laboratorium virtual diintegrasikan langsung di dalam e-modul untuk digunakan peserta didik,

No	Judul	Hasil	Persamaan	Perbedaan
	<i>science process skills</i>			format modul menggunakan HTML5 yang lebih aksesibel
7	Efektifitas E-Modul Praktikum Fisika Berbasis Model <i>Problem Based Learning</i> Menggunakan <i>Smart Apps Creator</i> terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA/MA	Penggunaan e-modul praktikum dalam pembelajaran layak digunakan dan terbukti dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik	Memiliki kesamaan pada penggunaan variabel modul praktikum dan orientasi peningkatan keterampilan proses sains	Indikator keterampilan proses sains diintegrasikan pada tiap tahapan kegiatan dalam modul praktikum, laboratorium virtual diintegrasikan langsung di dalam e-modul
8	Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Melalui Kegiatan Praktikum Pada Materi Fluida Statis Di SMAN Unggul Pidie Jaya	Kegiatan praktikum dalam pembelajaran dapat mendukung peningkatan keterampilan proses sains peserta didik	Berfokus pada kegiatan praktikum dalam pembelajaran dan kaitannya dengan keterampilan proses sains	Dilakukan pengembangan media berupa modul yang lebih lengkap, utuh, dan mandiri dibandingkan hanya lembar kerja peserta didik
9	<i>Developing Virtual Physics Practicum Module of Optic Based on Guided Inquiry to Improve Students' Science Process Skills</i>	Penggunaan e-modul praktikum <i>virtual laboratory</i> dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.	Mengkaji penggunaan e-modul praktikum untuk meningkatkan keterampilan proses sains	Menyajikan laboratorium virtual yang menyatu (embedded) di dalam e-modul berbasis HTML5 guna memudahkan aksesibilitas praktikum peserta didik
10	<i>Development of a Laboratory-based Physics</i>	Penggunaan modul praktikum dapat meningkatkan	Sama-sama memanfaatkan modul	Memanfaatkan format HTML5 untuk

No	Judul	Hasil	Persamaan	Perbedaan
	<i>Module with a Science Process Skills Approach to enhance the interest of High School Students</i>	keterampilan proses sains.	praktikum sebagai instrumen utama untuk mengoptimalkan keterampilan proses sains peserta didik	mengintegrasikan simulasi laboratorium virtual secara langsung di dalam modul agar lebih responsif dan mudah diakses

Berdasarkan Tabel 1.1, terdapat persamaan utama pada fokus pengembangan media pembelajaran berupa laboratorium virtual maupun modul atau e-modul praktikum. Sebagian besar penelitian mengkaji penggunaan instrumen praktikum untuk mendukung pembelajaran disika dan mengoptimalkan keterampilan proses sains peserta didik. Hasil dari berbagai literatur terdahulu secara konsisten menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual serta modul praktikum berbasis pendekatan ilmiah, inkuiri, maupun *Problem Based Learning* (PBL) layak digunakan dan efektif meningkatkan keterampilan proses sains serta hasil belajar siswa.

Meskipun memiliki keterkaitan tema, terdapat sejumlah perbedaan mendasar pada penelitian-penelitian terdahulu. Beberapa penelitian awal tentang laboratorium virtual berbasis HTML5 hanya berfokus pada keterlaksanaan praktikum tanpa mengukur indikator keterampilan proses sains peserta didik secara spesifik. Sementara itu, penelitian lain yang berfokus pada modul praktikum menggunakan model pembelajaran yang bervariasi, materi fisika yang berbeda, serta penggunaan aplikasi yang berbeda. Selain itu, tidak semua media yang dikembangkan memadukan e-modul dan laboratorium virtual secara sekaligus dalam satu akses yang terintegrasi.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan modul praktikum digital interaktif berbasis HTML5 yang menyatukan laboratorium virtual secara langsung di dalamnya. Dengan format berbasis HTML5, e-modul dan simulasi laboratorium virtual dapat diakses secara responsif dan praktis tanpa memerlukan aplikasi tambahan. Selain itu, nilai kebaruan juga muncul melalui

pemetaan dan integrasi indikator keterampilan proses sains secara eksplisit oada setiap tahapan langkah kegiatan praktikum di dalam modul, sehingga menghadirkan bahan ajar yang utuh, mandiri, responsif, dan mudah diakses oleh peserta didik.

