



## **Upaya Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa pada Materi Pencemaran Udara Kelas X SMK Menggunakan Laboratorium Virtual**

**Pujawati<sup>1\*</sup>, Kristanti Ambar Puspitasari<sup>1</sup>, Roy Parsaulian<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Terbuka, Indonesia

\*Corresponding author: [puja92@gmail.com](mailto:puja92@gmail.com)

---

### **INFO ARTIKEL**

#### **Info Artikel**

Dikirim: 28-05-2025

Revisi: 16-06-2025

Diterima: 14-07-2025

---

**Kata Kunci:** Hasil belajar, laboratorium virtual, OLabs, pencemaran udara

---

### **ABSTRAK**

Hasil belajar siswa pada materi pencemaran udara di SMK Mambaul Ulum Pandaan menunjukkan tingkat pemahaman yang rendah, disebabkan oleh terbatasnya sarana dan prasarana laboratorium fisik untuk praktik. Sebagai solusi, penelitian ini menggunakan laboratorium virtual OLabs untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dilakukan dalam dua siklus pada siswa kelas X SMK Mambaul Ulum Pandaan dengan 12 subjek penelitian. Data dikumpulkan melalui posttest setelah setiap siklus pembelajaran. Hasil dari siklus pertama menunjukkan bahwa hanya 41,6% siswa yang mencapai ketuntasan hasil belajar, sedangkan pada siklus kedua, setelah dilakukan perbaikan pembelajaran, persentase siswa yang mencapai ketuntasan meningkat menjadi 83,3%. Keberhasilan pembelajaran ini ditentukan oleh pencapaian lebih dari 75% siswa yang memperoleh nilai  $\geq 80$ . Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan laboratorium virtual OLabs terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi pencemaran udara. Dengan demikian, meskipun prasarana laboratorium fisik terbatas, teknologi berbasis simulasi seperti OLabs dapat menjadi alternatif yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran.

**Situs:**

Pujawati., Puspitasari, K.A., Parsaulian, R. (2025). Upaya Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa pada Materi Pencemaran Udara Kelas X SMK Menggunakan Laboratorium Virtual . *Simbion: Journal of Science Biology and Online Learning*, 2(2), 28-37

---

© xxxx Universitas Terbuka. This is an open-access article under the CC-BY license  
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

### **PENDAHULUAN**

Belajar adalah sebuah proses yang bersifat aktif, di mana siswa mengembangkan pengetahuan mereka melalui pengalaman, interaksi, serta partisipasi langsung dalam aktivitas pembelajaran. Proses ini tidak hanya melibatkan penguasaan materi secara kognitif, tetapi juga pemahaman mendalam melalui praktik dan refleksi. Yunitasari & Dwikoranto (2023) menegaskan bahwa laboratorium virtual berbasis inkuiri dapat membuat pembelajaran lebih bermakna dengan memberdayakan siswa untuk membangun pengetahuan mereka sendiri melalui investigasi dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, efektivitas hasil pembelajaran bagi siswa sangat bergantung pada pilihan media dan metodologi pembelajaran yang sesuai.

Namun dalam praktiknya, tidak semua kondisi pembelajaran mendukung proses belajar yang aktif dan bermakna tersebut. Sekolah sering menghadapi tantangan fasilitas laboratorium yang kurang memadai yang menghambat kemampuan siswa untuk menyelesaikan tugas-tugas praktikum, terutama di kelas biologi. Karena sulitnya memahami konten abstrak dan konseptual hanya melalui penjelasan teoritis, hal ini dapat menyebabkan hasil belajar siswa yang kurang maksimal. Jumrodah et al. (2023) menyatakan bahwa praktikum berperan krusial dalam pembelajaran biologi karena mengasah keterampilan dan pemahaman konsep, namun pelaksanaannya di sekolah sering terhambat oleh keterbatasan fasilitas, waktu, dan kesiapan guru. Menggunakan praktikum virtual merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ini.

Hasil belajar pada materi pencemaran udara di SMK Mambaul Ulum Pandaan menjadi pertimbangan serius dalam proses pendidikan. Berdasarkan observasi awal dan tindak lanjut dengan guru biologi, terlihat bahwa siswa kesulitan memahami konsep pencemaran udara karena belum tersedianya sarana laboratorium fisik yang memadai untuk melakukan praktik. Dalam situasi ini, pembelajaran cenderung lebih bersifat teoritis dan kurang bermakna. Perlu adanya solusi baru yang dapat menjembatani kesenjangan perangkat praktik tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pembelajarannya berlangsung secara teoritis dan kurang memberikan pengalaman belajar yang baik. Oleh karena itu, harus ada solusi inovatif yang mampu menyelesaikan permasalahan praktikum.

Laboratorium virtual OLabs merupakan alternatif yang layak dipertimbangkan. Laboratorium virtual OLabs menyediakan simulasi eksperimen yang menyerupai laboratorium fisik, namun dapat diakses dengan mudah. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan OLabs efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Ahmad & Nur (2024) menyatakan bahwa laboratorium virtual sebagai alternatif praktikum dapat membantu siswa dalam memahami konsep biologi secara lebih konkret, terutama dalam keterbatasan fasilitas laboratorium. Rihi & Bano (2022) menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi OLabs secara virtual mampu meningkatkan pencapaian belajar siswa secara signifikan pada topik sistem pencernaan.

Pemanfaatan laboratorium virtual sejalan dengan teori konstruktivis, yang menekankan pentingnya keterlibatan siswa aktif dalam konstruksi pengetahuan melalui pengalaman langsung. Media simulasi interaktif seperti OLabs memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi, bereksperimen, dan menyimpulkan secara mandiri dari percobaan yang dilakukan, sehingga memperdalam pemahaman mereka. Penelitian oleh Sujono et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Melalui analisis konten terhadap berbagai studi, mereka menemukan bahwa penerapan laboratorium virtual, terutama yang menggunakan pendekatan inkuiri atau STEM, efektif dalam merangsang kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat menjadi alat yang efektif dalam mendukung pembelajaran yang bermakna dan konstruktivis.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar siswa mengenai pencemaran udara melalui penggunaan laboratorium virtual OLabs di kelas X SMK Mambaul Ulum Pandaan. Media ini memungkinkan siswa untuk melaksanakan praktikum secara virtual, sehingga mereka dapat mengamati, bereksperimen, dan menarik kesimpulan secara interaktif. Implementasi OLabs diharapkan tidak hanya memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep, tetapi juga mendorong perkembangan keterampilan proses sains serta pembentukan sikap ilmiah. Selain itu, pendekatan ini mendukung pembelajaran yang kontekstual dan sesuai dengan gaya belajar siswa SMK yang cenderung visual dan kinestetik.

## **METODE**

### **Desain Penelitian**

Penelitian ini memakai pendekatan PTK yang merujuk pada model Kemmis dan McTaggart (dalam Parnawi, 2020), dengan pendekatan kolaboratif dan partisipatif. Prosedurnya mencakup tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan di kelas, pengamatan terhadap proses pembelajaran, serta refleksi terhadap hasil yang diperoleh untuk perbaikan di siklus berikutnya. Penelitian ini dilaksanakan di kelas X SMK Mambaul Ulum Pandaan yang terletak di Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur, dalam periode semester genap tahun ajaran 2024/202.

Subjek penelitian berjumlah 12 siswa. Penelitian berlangsung selama dua pertemuan, yakni pada tanggal 2 Mei 2025 untuk siklus pertama dan 10 Mei 2025 untuk siklus kedua. Fokus penelitian ini adalah peningkatan hasil belajar siswa pada materi pencemaran udara melalui pemanfaatan media pembelajaran berbasis laboratorium virtual OLabs. SMK Mambaul Ulum Pandaan memiliki tiga kelas, masing-masing terdiri dari satu rombongan belajar. Jumlah siswa keseluruhan sebanyak 42 orang dan didampingi oleh 14 orang guru. Kondisi sekolah saat ini belum memiliki laboratorium fisik, sehingga penggunaan laboratorium virtual menjadi alternatif strategis untuk mendukung kegiatan praktikum dan meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya dalam mata pelajaran biologi.

Instrumen evaluasi yang digunakan berupa tes berbentuk pilihan ganda yang diberikan setelah pembelajaran (posttest). Tes ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari. Penggunaan OLabs sebagai media pembelajaran dipilih karena kemampuannya dalam mensimulasikan kegiatan praktikum secara interaktif dan fleksibel, terutama bagi sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium fisik. Hal ini sejalan dengan penelitian Atikah et al. (2023) yang mengembangkan laboratorium virtual sebagai alternatif media praktikum yang efektif.

Selanjutnya, instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi aktivitas siswa untuk mengetahui tingkat keterlibatan selama proses pembelajaran berlangsung. Observasi dilakukan secara langsung dengan menggunakan pedoman yang mencakup empat aspek utama, yaitu keaktifan, perhatian, kedisiplinan, dan pelaksanaan tugas resitasi. Masing-masing aspek memiliki tiga indikator yang terukur. Pada aspek keaktifan, indikatornya adalah mencatat, bertanya, dan mengemukakan ide. Aspek perhatian diukur dari fokus, ketenangan, dan antusiasme siswa. Sedangkan pada aspek kedisiplinan, indikator yang dinilai adalah kehadiran, ketepatan waktu datang, dan ketepatan waktu pulang. Terakhir, pada aspek pelaksanaan tugas resitasi, yang dinilai meliputi ketuntasan penggerjaan tugas, ketepatan waktu pengumpulan, dan kesesuaian penggerjaan tugas dengan instruksi yang diberikan. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala dari nol sampai empat. Skor empat diberikan apabila indikator tersebut muncul minimal sebanyak tiga kali selama proses pembelajaran. Selanjutnya hasil observasi dikalkulasi dalam bentuk persentase untuk menganalisis tingkat aktivitas siswa pada setiap siklus pembelajaran.

## **Prosedur**

Dalam tahap perencanaan Siklus I, peneliti menyusun berbagai hal yang diperlukan guna menunjang kelancaran tindakan, mulai dari penyusunan perencanaan pembelajaran melalui penyusunan RPP yang disertai dengan pemilihan metode serta media yang sesuai menjadi aspek penting dalam mendukung tercapainya tujuan pembelajaran, hingga penyiapan sumber belajar yang relevan. Selain itu, dirancang pula langkah-langkah tindakan yang akan dilaksanakan dalam rangka menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya. Semua komponen ini dipersiapkan secara sistematis agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan sesuai tujuan yang telah ditentukan.

Proses perbaikan pembelajaran yang dilakukan dalam Siklus I, dilakukan setelah tahap perencanaan selesai disusun secara menyeluruh. Kegiatan ini dilaksanakan pada hari Jumat, 02 Mei 2025 tepatnya pada pertemuan yang membahas materi pencemaran udara. Proses pembelajaran diawali dengan kegiatan pendahuluan seperti salam, doa, pengecekan kehadiran, serta apersepsi yang mengaitkan pengalaman siswa dengan topik pencemaran udara. Selanjutnya, guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan singkat mengenai materi. Media pembelajaran berupa laboratorium virtual OLabs mulai diperkenalkan, dan siswa melakukan simulasi secara berkelompok dengan bimbingan guru. Dalam proses ini, siswa mencatat hasil simulasi, melakukan diskusi, dan mengaitkan hasilnya dengan kondisi nyata di lingkungan sekitar. Pembelajaran ditutup dengan posttest dan refleksi bersama siswa. Seluruh rangkaian kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep pencemaran udara melalui pendekatan yang interaktif dan berbasis teknologi.

Observasi dilakukan secara terstruktur untuk memantau aktivitas guru dan siswa selama proses pembelajaran menggunakan laboratorium virtual OLabs dalam topik pencemaran udara. Pengamatan ini dilakukan untuk mengukur tingkat pelaksanaan rencana pembelajaran serta tingkat partisipasi aktif siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Pengamatan terhadap guru difokuskan pada kesiapan mengelola pembelajaran, penggunaan media OLabs secara tepat, kemampuan dalam mengelola kelas, serta efektivitas dalam menyampaikan materi. Sedangkan pengamatan terhadap siswa mencakup keaktifan dalam mengikuti simulasi virtual, partisipasi dalam diskusi, ketepatan waktu dalam menyelesaikan tugas, dan antusiasme terhadap media pembelajaran yang digunakan. Siswa melaksanakan simulasi secara langsung dengan dibagi menjadi tiga kelompok yang masing-masing beranggotakan empat orang. Setiap kelompok menggunakan laptop secara bergiliran untuk menjalankan simulasi, sehingga seluruh anggota dapat terlibat aktif dalam kegiatan praktikum.

Tahap perencanaan pada siklus kedua disusun berdasarkan hasil evaluasi terhadap pemahaman siswa pada siklus pertama, yang ditinjau melalui hasil belajar dari soal-soal evaluatif yang telah diberikan. Dari evaluasi tersebut, diperoleh gambaran mengenai bagian-bagian pembelajaran yang sudah berjalan dengan baik dan yang masih perlu diperbaiki. Rencana ini bertujuan untuk mengoptimalkan skenario pembelajaran dengan menyesuaikan metode, media, dan strategi yang diterapkan, guna mencapai hasil yang optimal dan relevan dengan kebutuhan siswa. Dalam penyusunannya, guru mempertimbangkan penguatan materi sebelum pelaksanaan praktikum virtual, peningkatan interaksi selama simulasi OLabs, serta pendampingan yang lebih intensif selama diskusi. Setiap tahapan disusun untuk memastikan proses pembelajaran berlangsung lebih sistematis, menyenangkan, dan memberikan dampak nyata terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada siklus kedua.

Kegiatan pembelajaran di Siklus II berlangsung setelah tahap perencanaan dirumuskan secara menyeluruh berdasarkan hasil refleksi dari Siklus I. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan pada pertemuan berikutnya dengan tetap merujuk pada RPP yang telah direvisi. Proses dimulai dengan aktivitas pembuka berupa salam, doa, pengecekan kehadiran, dan apersepsi melalui pertanyaan yang mengulas materi sebelumnya serta menghubungkannya dengan pengalaman konkret siswa. Setelah itu, guru mengemukakan tujuan pembelajaran dan memperkuat pemahaman siswa melalui penjelasan singkat yang didukung oleh media presentasi. Guru juga menayangkan video pembelajaran mengenai pencemaran udara di kota besar untuk memberi konteks yang lebih konkret. Setelah itu, siswa melakukan praktikum virtual menggunakan OLabs secara berkelompok untuk mengamati simulasi pencemaran udara dan upaya penanggulangannya. Setiap kelompok terdiri dari 4 siswa, dan hanya ada 3 kelompok dalam kelas. Kelompok-kelompok tersebut dibentuk sendiri oleh siswa berdasarkan kesepakatan bersama, agar mereka merasa lebih nyaman dalam bekerja sama selama kegiatan praktikum berlangsung. Guru membimbing proses ini dan mendorong diskusi antar kelompok. Pembelajaran ditutup dengan posttest dan refleksi singkat bersama siswa. Seluruh kegiatan

berjalan dengan lancar dan menunjukkan peningkatan partisipasi siswa dibandingkan dengan siklus sebelumnya.

Tahap pengamatan pada Siklus II bertujuan untuk menilai efektivitas perbaikan tindakan yang telah dilakukan berdasarkan hasil refleksi dari Siklus I. Pengamatan terhadap guru difokuskan pada kemampuan mengelola kelas, menyampaikan materi dengan media OLabs, serta membimbing siswa selama simulasi. Selain itu, keterampilan guru dalam mengarahkan diskusi dan menciptakan suasana belajar yang kondusif juga diamati untuk memastikan penerapan strategi pembelajaran yang efektif. Pengamatan terhadap siswa bertujuan untuk menilai peningkatan keterlibatan dan partisipasi mereka, termasuk keaktifan dalam diskusi, antusiasme terhadap video pembelajaran, dan kemampuan dalam menjalankan simulasi. Pengamatan ini juga penting untuk menilai dampak penggunaan OLabs terhadap minat belajar siswa dan untuk mengetahui apakah pendekatan pembelajaran yang digunakan mampu meningkatkan hasil belajar siswa dalam memahami materi.

### **Analisis Data**

Dalam penelitian tindakan kelas ini, teknik analisis data yang digunakan bersifat kuantitatif deskriptif, yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan hasil belajar dan aktivitas pembelajaran dari siklus ke siklus setelah diberi tindakan. Analisis dilakukan melalui tiga langkah utama, yaitu perhitungan rata-rata hasil belajar siswa, persentase ketuntasan belajar secara klasikal, dan persentase hasil observasi terhadap aktivitas guru dan siswa. Rata-rata hasil belajar siswa pada setiap siklus dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$\bar{x}$  = nilai rata-rata

$\sum X$  = jumlah seluruh nilai

n = jumlah siswa

Setelah diperoleh nilai rata-rata, langkah berikutnya adalah menganalisis ketuntasan belajar secara klasikal. Ketuntasan ini dihitung untuk mengetahui berapa persen dari jumlah siswa yang telah mencapai nilai sesuai dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan. Rumusan menghitung persentase Ketuntasan Belajar Siswa secara Klasikal (per Kelas), yaitu:

$$\%KBK = \frac{\text{Jumlah Siswa yang Memperoleh Nilai Diatas KKM}}{\text{(Jumlah Total Siswa dalam 1(satu Kelas)}} \times 100\%$$

Keterangan:

KBK = Ketuntasan Belajar Klasikal

Setelah menganalisis hasil belajar siswa, langkah berikutnya adalah mengevaluasi aktivitas pembelajaran melalui observasi terhadap siswa. Observasi ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keterlibatan selama proses belajar berlangsung. Rumusan menghitung persentasi hasil pengamatan terhadap siswa, yaitu:

$$\%HP = \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh dari Hasil Pengamatan}}{\text{Skor Maksimal yang Diperoleh dari Lembar Pengamatan}} \times 100\%$$

Keterangan:

HP = Hasil Pengamatan (Observasi) terhadap Siswa

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang dikumpulkan melalui dua siklus penelitian, diperoleh hasil sebagai berikut. Satu kelas terdiri dari 12 siswa, dengan rincian 11 siswa laki-laki dan 1 siswa perempuan. Sebelum tindakan dilakukan, hasil belajar siswa menunjukkan bahwa nilai rata-rata ulangan harian pada tahap pra siklus hanya mencapai 64. Nilai ini masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan, sehingga diperlukan upaya perbaikan melalui penerapan media pembelajaran laboratorium virtual OLabs.

**Tabel 1.** Hasil Posttest Siklus I dan Siklus II

Nama Siswa	Nilai	
	Siklus I	Siklus II
AA	90	90
AM	40	80
AZ	50	70
FE	90	90
MA	60	100
MF	90	90
MM	70	100
MQ	90	90
MR	70	80
PR	30	50
RD	80	80
TA	50	90
<b>Nilai Rata-rata</b>	<b>67,5</b>	<b>84,1</b>

Berdasarkan Tabel 1, dari 12 siswa yang mengikuti pembelajaran, sebanyak 5 siswa telah melampaui KKM (75), 3 siswa mendekati KKM, dan 4 siswa masih berada di bawah KKM. Nilai rata-rata kelas pada siklus I adalah 67,5, yang menunjukkan bahwa hasil belajar secara keseluruhan belum memenuhi standar ketuntasan. Namun, pada siklus II terjadi peningkatan yang signifikan. Nilai *posttest* siswa berkisar antara 50 hingga 100, dengan rata-rata kelas mencapai 84,1. Sebanyak 10 dari 12 siswa berhasil melampaui KKM, sementara hanya 2 siswa yang masih berada di bawah standar. Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa mampu mencapai standar ketuntasan belajar setelah adanya peningkatan dalam pelaksanaan pembelajaran.

Untuk mengetahui tingkat pencapaian hasil belajar siswa terhadap materi yang diajarkan pada siklus I dan II, berikut disajikan tabel persentase ketuntasan belajar berdasarkan hasil *posttest*.

**Tabel 2.** Persentase Ketuntasan Belajar Siswa

Kategori Ketuntasan	Siklus I	Siklus II
Tuntas ( $\geq 75$ )	41,6%	83,3%
Belum Tuntas ( $< 75$ )	58,4%	16,7%

Tabel 2 menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam capaian pembelajaran siswa dari Siklus I ke Siklus II. Dalam siklus I, hanya 41,6% siswa yang memperoleh nilai sama dengan

atau melebihi KKM, sedangkan 58,4% siswa masih di bawah standar ketuntasan. Setelah tindakan perbaikan pada siklus II, persentase siswa yang mencapai ketuntasan meningkat menjadi 83,3%, sedangkan 16,7% belum memenuhi KKM.

Keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran juga diamati untuk menilai sejauh mana siswa berpartisipasi secara aktif selama kegiatan berlangsung. Observasi dilakukan berdasarkan beberapa indikator yang mencerminkan keaktifan siswa, seperti memperhatikan penjelasan guru, bertanya, berdiskusi, serta menyelesaikan tugas. Hasil observasi tersebut disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 3.** Hasil Observasi

Aspek yang Diamati	Siklus I	Siklus II
Keaktifan	14,5%	22,91%
Perhatian	18,75%	25%
Kedisiplinan	18,75%	22,91%
Penugasan/Resitasi	18,75%	25%
<b>Rata-rata Total</b>	<b>70,84%</b>	<b>95,83%</b>

Berdasarkan hasil observasi, penilaian aktivitas siswa menggunakan skala skor 0 sampai 4, di mana skor 4 merupakan nilai maksimal. Untuk memperoleh nilai maksimal pada setiap indikator, indikator tersebut harus muncul minimal sebanyak tiga kali selama proses pembelajaran.

Siklus I menunjukkan aspek keaktifan siswa terdiri dari tiga parameter penilaian, yaitu siswa aktif mencatat materi pelajaran dengan nilai 3, siswa aktif bertanya dan mengajukan ide masing-masing mendapatkan nilai 2. Nilai rata-rata aspek keaktifan adalah 14,5%. Aspek perhatian siswa yang meliputi diam dan tenang, fokus pada materi, serta antusias, masing-masing mendapat nilai 3 dengan rata-rata 18,75%. Aspek kedisiplinan, yang terdiri dari kehadiran, ketepatan datang, dan pulang tepat waktu, semuanya memperoleh nilai 3 dengan rata-rata 18,75%. Pada aspek penugasan atau resitasi, indikator mengerjakan semua tugas, ketepatan waktu pengumpulan, dan kesesuaian penggerjaan dengan perintah juga mendapat nilai 3 dengan rata-rata 18,75%. Total rata-rata aktivitas siswa pada Siklus I adalah 70,84%.

Pada Siklus II, terjadi peningkatan pada seluruh parameter penilaian. Aspek keaktifan menunjukkan peningkatan dengan nilai maksimal 4 pada indikator aktif mencatat dan bertanya, sementara aktif mengajukan ide meningkat menjadi nilai 3, sehingga rata-rata aspek ini menjadi 22,91%. Pada aspek perhatian, seluruh indikator mendapatkan nilai maksimal 4 dengan rata-rata 25%. Aspek kedisiplinan menunjukkan nilai 3 pada kehadiran, sedangkan ketepatan datang dan pulang naik menjadi nilai 4, dengan rata-rata 22,91%. Pada aspek penugasan, seluruh indikator memperoleh nilai maksimal 4 dengan rata-rata 25%. Secara keseluruhan, rata-rata aktivitas siswa meningkat menjadi 95,83%.

Pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan media OLabs menunjukkan hasil yang beragam. Meskipun tujuan untuk meningkatkan keterlibatan siswa tercapai, masih ada beberapa hal yang perlu diperbaiki untuk mencapai hasil yang lebih optimal. Sebagian besar siswa tampak antusias mengikuti pembelajaran, menunjukkan rasa ingin tahu yang tinggi, dan aktif mencoba simulasi-simulasi yang tersedia di OLabs. Hal ini mencerminkan bahwa media yang digunakan cukup menarik minat belajar siswa dan berpotensi meningkatkan pemahaman konsep secara visual dan interaktif. Namun, masih terdapat sebagian siswa yang cenderung pasif, baik karena kurangnya kepercayaan diri, keterbatasan literasi digital, maupun faktor kebiasaan belajar yang sebelumnya lebih bersifat konvensional.

Temuan-temuan ini memberikan gambaran bahwa tindakan yang telah dilakukan belum sepenuhnya optimal, sehingga perlu dilakukan perbaikan pada siklus berikutnya. Langkah-

langkah perbaikan yang direncanakan antara lain meliputi pemberian pendampingan lebih intensif selama proses simulasi, serta penguatan motivasi belajar melalui pendekatan yang lebih personal. Dengan demikian, diharapkan keterlibatan aktif seluruh siswa dapat meningkat, dan pemanfaatan media OLabs menjadi lebih efektif dalam mendukung tujuan pembelajaran.

Peningkatan hasil belajar siswa terlihat nyata setelah penerapan laboratorium virtual OLabs, dengan rata-rata nilai posttest meningkat dari 67,5 pada Siklus I menjadi 84 pada Siklus II. Persentase ketuntasan belajar pun melonjak dari 41,6% menjadi 83,3%. Aktivitas siswa selama proses pembelajaran turut menunjukkan perkembangan positif, tercermin dari kenaikan skor observasi dari 70,84% menjadi 95,83%, dengan aspek perhatian dan pelaksanaan tugas masing-masing mencapai 25%. Peningkatan ini tidak lepas dari strategi pembelajaran yang disempurnakan, termasuk pendampingan guru yang lebih intensif serta pemanfaatan OLabs yang lebih optimal. Siswa menjadi lebih aktif, tertarik, dan mampu menghubungkan materi pembelajaran dengan situasi nyata di lingkungan mereka.

Keberhasilan tersebut didukung oleh keunggulan OLabs yang memungkinkan siswa untuk melakukan eksplorasi materi secara mandiri dan interaktif. Meskipun berbentuk virtual, OLabs menghadirkan simulasi praktikum yang menyerupai kegiatan laboratorium nyata, dilengkapi dengan peralatan digital dan langkah-langkah kerja yang sistematis. Berdasarkan teori konstruktivisme yang dikembangkan oleh Piaget (1952) dan Vygotsky (1978), proses pembelajaran berlangsung ketika siswa terlibat secara aktif dalam pengalaman belajar yang bermakna. Teori ini menekankan pentingnya keterlibatan langsung serta peran interaksi sosial dalam membangun pemahaman. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran, seperti OLabs, memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengalami proses eksperimen secara langsung, mengamati hasilnya, serta menerima umpan balik secara real-time. Proses ini mendukung pemahaman konsep secara mendalam karena siswa tidak hanya menghafal fakta, tetapi juga membangun pengetahuan melalui refleksi atas pengalaman mereka sendiri (Gusteti et al., 2024).

Penggunaan laboratorium virtual terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar siswa secara signifikan. Dengan memanfaatkan laboratorium virtual, siswa menjadi lebih aktif dan fokus selama mengikuti berbagai aktivitas pembelajaran. Implementasi laboratorium virtual memberikan efek positif yang jelas pada tingkat keterlibatan serta prestasi akademik siswa. Menurut Dewa et al. (2020), laboratorium virtual dalam konteks pembelajaran daring mampu meningkatkan partisipasi siswa dan hasil belajar kognitif, khususnya pada materi Fisika yang tergolong kompleks dan sulit dipahami. Laboratorium ini menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik, memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara digital sehingga pemahaman mereka terhadap materi meningkat. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Kurniawan (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan platform OLabs dapat memperbaiki suasana belajar dalam pembelajaran sains sekaligus membantu siswa mengingat materi dengan lebih baik. Dengan demikian, laboratorium virtual bukan hanya membantu pemahaman konsep tetapi juga mendorong siswa untuk lebih antusias dan aktif dalam proses pembelajaran.

Di samping itu, penggunaan OLabs juga menjawab tantangan yang dihadapi oleh sekolah kejuruan yang sering kali kekurangan sarana laboratorium fisik. Kondisi ini membuat pembelajaran praktikum menjadi terbatas, padahal siswa SMK sangat membutuhkan pendekatan pembelajaran kontekstual dan aplikatif. Dengan OLabs, keterbatasan tersebut dapat diatasi tanpa mengurangi kualitas pengalaman belajar siswa. Menurut penelitian oleh Juliana et al. (2023), laboratorium virtual mampu menjadi solusi atas minimnya sarana laboratorium di sekolah, membangun suasana pembelajaran yang lebih interaktif, serta memperkuat penguasaan konsep dan keterampilan proses sains pada diri siswa.

Hasil penelitian ini mendukung argumen bahwa pembelajaran berbasis teknologi, khususnya laboratorium virtual seperti OLabs, merupakan alternatif yang efektif di era digital.

Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian Kurniawan et al. (2024), yang mengungkap bahwa penggunaan situs OLabs sebagai alternatif praktikum daring dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan kemudahan akses, fleksibilitas waktu, serta interaktivitas dalam proses belajar. Studi literatur tersebut menjelaskan bahwa OLabs menyediakan beragam simulasi dan eksperimen IPA secara virtual yang dapat diakses oleh siswa kapan pun dengan mudah. Oleh karena itu, penerapan laboratorium virtual masih menghadapi beberapa kendala, seperti keterbatasan jumlah komputer yang tersedia di sekolah. Selain itu, penggunaan HP sebagai alternatif media pembelajaran belum sepenuhnya diperbolehkan. Kondisi ini menjadi tantangan dalam mengoptimalkan pemanfaatan teknologi digital di lingkungan sekolah kejuruan. Padahal, pemanfaatan laboratorium virtual seperti OLabs memiliki potensi besar dalam mendukung penguatan keterampilan abad ke-21, seperti penguasaan teknologi, kemandirian dalam belajar, serta kemampuan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah.

## SIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan laboratorium virtual OLabs terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi pencemaran udara di kelas X SMK Mambaul Ulum Pandaan. Peningkatan tersebut tercermin dari rata-rata nilai *posttest* Siklus I adalah 67,5 dan meningkat menjadi 84 pada Siklus II, diiringi dengan kenaikan persentase ketuntasan belajar dari 41,6% menjadi 83,3%.

Temuan ini menegaskan bahwa OLabs dapat menjadi solusi efektif dalam mengatasi keterbatasan sarana laboratorium nyata, sekaligus memperkuat teori konstruktivisme dalam pembelajaran sains berbasis praktik virtual. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa media virtual seperti OLabs tidak hanya relevan dalam konteks pembelajaran teori, tetapi juga mampu memberikan pengalaman praktikum yang mendekati kenyataan.

Sebagai rekomendasi, pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada pemanfaatan laboratorium virtual untuk materi lain yang bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi, serta meneliti pengaruhnya terhadap keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa secara lebih mendalam. Penelitian lanjutan juga disarankan melibatkan sampel yang lebih luas untuk menguji konsistensi dampaknya di berbagai konteks sekolah. Penggunaan laboratorium virtual OLabs perlu terus dikembangkan sebagai alternatif pembelajaran praktikum, khususnya di sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas. Oleh karena itu, pihak sekolah, guru, dan pemangku kebijakan diharapkan mendukung implementasi media ini melalui penyediaan pelatihan, pengelolaan pembelajaran yang terencana, serta pengembangan materi dan evaluasi yang relevan. Selain itu, penyediaan sarana pendukung seperti komputer di laboratorium serta laptop untuk guru menjadi hal yang penting guna memastikan proses pembelajaran berbasis laboratorium virtual dapat berjalan optimal. Dengan dukungan yang tepat, OLabs dapat menjadi solusi pembelajaran yang efektif, inovatif, dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, E. P. A., & Nur, R. A. (2024). Eksplorasi penggunaan laboratorium virtual sebagai alternatif praktikum dalam pembelajaran biologi. *Jurnal Binomial*, 7(2), 26–33. <https://doi.org/10.46918/bn.v7i2.2411>
- Atikah, C., Achyani, A., & Muhsinah, M. (2023). Pengembangan laboratorium virtual sebagai media praktikum alternatif pada mata pelajaran biologi di SMA. *BIOLOVA*, 4(2), 174–185. <https://doi.org/10.24127/biolova.v4i2.3737>
- Dewa, E., Mukin, M. U. J., & Pandango, O. (2020). Pengaruh pembelajaran daring berbantuan laboratorium virtual terhadap minat dan hasil belajar kognitif fisika. *JARTIKA: Jurnal*

Gusteti, M. U., Rahmalina, W., Azmi, K., Mulyati, A., Wulandari, S., Hayati, R., & Fajriah, N. A. (2024). Mengungkap potensi self-efficacy melalui analisis literatur dalam pembelajaran matematika. *Dharmas Education Journal (DE\_Journal)*, 5(1), 168–179. <https://doi.org/10.56667/dejournal.v5i1.1214>

Juliana, Indahyana, & Reflina. (2023). Pengembangan laboratorium virtual pada praktikum biologi di SMA. *Jurnal Binomial*, 6(1), 32–38. <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/binomial/article/download/1606/1038/>

Jumrodah, J., Nurfadilah, N., & Hartini, H. (2023). Analisis hambatan guru dalam pembelajaran biologi berbasis praktikum di SMA. *Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan (JPSP)*, 3(1), 92–104. <https://doi.org/10.23971/jpsc.v3i1.5987>

Kurniawan, D., Annovasho, J., & Mardaya, M. (2024). Studi literatur pemanfaatan situs OLabs sebagai alternatif praktikum secara online dalam pembelajaran IPA. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 7(1). <https://doi.org/10.29103/relativitas.v7i1.16431>

Kurniawan, A. (2023). Pemanfaatan OLabs sebagai alternatif praktikum IPA daring: Sebuah studi literatur. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 2(1), 45–52. <https://doi.org/10.29103/relativitas.v7i1.16431>

Parnawi, A. (2020). *Penelitian Tindakan Kelas (Classroom Action Research)*. Yogyakarta: Deepublish.

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

Rihi, S. P. P., & Bano, V. O. (2022). Pengaruh laboratorium virtual terhadap hasil belajar siswa kelas XI pada materi sistem pencernaan makanan. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 14(2), 183–188. <https://doi.org/10.25134/quagga.v14i2.5753>

Sujono, R. N., Maryati, M., & Jumadi, J. (2023). Science virtual laboratory implementation to improve students' critical thinking skills: A content analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 190–195. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.2810>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press. (Original work published 1930)