

KONTRIBUSI MODEL *GUIDED INQUIRY* DENGAN *OXYGEN CIRCULATION SIMULATOR* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA MATERI SISTEM RESPIRASI MANUSIA

Qorri Aina¹, Muji Sri Prastiwi²

^{1,2}Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Surabaya

qorri.22094@mhs.unesa.ac.id, mujiprastiwi@unesa.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the contribution of the Guided Inquiry model with the Oxygen Circulation Simulator from HHMI BioInteractive to students' critical thinking skills on the Human Respiratory System material. The approach used is quantitative with a Quasi Experimental Nonequivalent Control Group Design. The sample consisted of two classes of XI which were purposively selected as the experimental class and the control class. Data were analyzed using SPSS 25 through the Independent Sample T-Test and simple linear regression. The results showed that the average post-test score of the experimental class (77.40 ± 10.54) was higher than the control class (61.98 ± 14.92), which indicated a difference in achievement between groups based on the results of statistical analysis. Furthermore, the results of the regression test showed a significance value of 0.005 with a coefficient of determination (R^2) of 0.310. The regression analysis showed a positive linear relationship between LKPD scores and students' critical thinking skills. This indicates that the application of the Guided Inquiry model with the Oxygen Circulation Simulator contributed 31% to students' critical thinking skills. Based on these results, it can be concluded that the Guided Inquiry model with the Oxygen Circulation Simulator contributes to improving students' critical thinking skills in the Human Respiratory System material.

Keywords: Guided inquiry, virtual simulation, Oxygen Circulation Simulator, critical thinking skills, human respiratory system, SDGs.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi model *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* dari HHMI *BioInteractive* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Sistem Respirasi Manusia. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif dengan desain *Quasi Experimental Nonequivalent Control Group Design*. Sampel terdiri atas dua kelas XI yang dipilih secara *purposive* sebagai kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Data dianalisis menggunakan SPSS 25 melalui uji *Independent Sample T-Test* dan regresi linear sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *post-test* kelompok eksperimen ($77,40 \pm 10,54$) lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol ($61,98 \pm 14,92$), yang menunjukkan adanya perbedaan capaian antar kelompok berdasarkan hasil analisis statistik. Selanjutnya, hasil uji regresi menunjukkan nilai signifikansi 0,005 dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,310. Analisis regresi menunjukkan hubungan linier positif antara nilai LKPD dan kemampuan berpikir

kritis siswa. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan model *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* memberikan kontribusi sebesar 31% terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa model *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* memberikan kontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Sistem Respirasi Manusia.

Kata Kunci: *Guided inquiry*, simulasi virtual, *Oxygen Circulation Simulator*, kemampuan berpikir kritis, sistem respirasi manusia, SDGs.

A. Pendahuluan

Pendidikan berkualitas merupakan bagian dari tujuan keempat *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang menjadi komitmen global, termasuk di Indonesia. Upaya mewujudkan pendidikan berkualitas tidak hanya berfokus pada peningkatan kemampuan akademik, tetapi juga pada pengembangan karakter dan kesiapan siswa menghadapi tantangan abad ke-21 (Ramadhan, 2023). Salah satu kompetensi penting abad ke-21 yang perlu dikembangkan adalah kemampuan berpikir kritis sebagai bagian dari keterampilan 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, dan communication*) (Meilani dkk., 2020). Namun demikian, kemampuan berpikir kritis siswa masih menjadi tantangan dalam pembelajaran dan belum berkembang secara optimal (Azizah dkk., 2024).

Kemampuan berpikir kritis penting karena memungkinkan siswa

menganalisis informasi, mengevaluasi berbagai pendapat, dan mengambil keputusan secara rasional (Qomariyah, 2016). Dalam pembelajaran, kemampuan berpikir kritis tidak hanya menuntut siswa menemukan jawaban, tetapi juga mengevaluasi informasi dan menyusun argumen berdasarkan bukti yang diperoleh (Jamaluddin dkk., 2019). Oleh karena itu, kemampuan berpikir kritis perlu dilatihkan secara sistematis dalam berbagai mata pelajaran, termasuk biologi (Hulu dkk., 2024).

Biologi sebagai bagian dari ilmu sains memiliki potensi besar untuk melatih kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan penyelidikan dan pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan capaian pembelajaran Biologi Fase F SMA yang menekankan kemampuan menganalisis keterkaitan antar sistem organ tubuh dalam merespons stimulus internal maupun eksternal. Salah satu materi yang

menuntut kemampuan berpikir kritis adalah sistem respirasi manusia karena siswa tidak hanya dituntut memahami konsep, tetapi juga menganalisis hubungan antar organ, proses fisiologis, dan kaitannya dengan kesehatan manusia (Suryani dkk., 2018). Pembelajaran yang melibatkan kemampuan berpikir kritis dapat meningkatkan hasil belajar karena siswa aktif menganalisis, mengevaluasi, dan menyusun argumen berbasis bukti (Muafiro & Sudiby, 2022).

Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi masih tergolong rendah. Penelitian Hamdani dkk. (2019) menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa belum berkembang secara maksimal. Rendahnya kemampuan berpikir kritis juga tercermin dari hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 yang menunjukkan Indonesia berada pada peringkat ke-63 dari 73 negara dengan skor sains di bawah rata-rata OECD (OECD, 2023). Kondisi tersebut salah satunya dipengaruhi oleh proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru sehingga siswa kurang terlibat aktif

dalam proses berpikir (Handayani dkk., 2025).

Hasil survei pra-penelitian di SMA Barunawati Surabaya memperkuat kondisi tersebut. Berdasarkan hasil angket respon keterampilan berpikir kritis yang mengacu pada indikator Facione (2015) yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi, diperoleh nilai rata-rata sebesar 39,9% yang dianalisis menggunakan teknik analisis statistik deskriptif. Secara rinci, indikator eksplanasi (38,7%) dan evaluasi (39,1%) menunjukkan capaian yang relatif rendah dibandingkan indikator lainnya. Temuan ini tidak secara langsung merepresentasikan rendahnya kemampuan berpikir kritis seluruh siswa, melainkan menunjukkan bahwa perlu adanya penguatan dan pelatihan lebih lanjut dalam proses pembelajaran. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Sugiharti dkk. (2024) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa SMA dalam pembelajaran biologi masih tergolong rendah karena siswa cenderung hanya memberikan penjelasan sederhana dan mengalami kesulitan

dalam mengevaluasi informasi secara mendalam.

Rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa dipengaruhi oleh pembelajaran yang belum mampu memvisualisasikan konsep biologi yang abstrak dan menghubungkannya dengan proses sains (Chu dkk., 2016; Azzahra dkk., 2024). Materi sistem respirasi manusia termasuk materi yang sulit dipahami karena proses respirasi berlangsung di dalam tubuh dan tidak dapat diamati secara langsung (Oktrilani dkk., 2023). Selain itu, sistem respirasi manusia melibatkan struktur dan fungsi organ yang kompleks sehingga siswa kesulitan memahami konsep secara utuh (Basil dkk., 2019). Proses pembelajaran pada materi sistem respirasi manusia juga masih cenderung berpusat pada guru sehingga keterlibatan siswa dalam kegiatan penyelidikan dan pemecahan masalah belum optimal (Rizqiyah dkk., 2025).

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran biologi memerlukan pendekatan yang mampu melibatkan siswa secara aktif dalam proses menemukan konsep dan memecahkan masalah. Pembelajaran perlu memberi

kesempatan kepada siswa untuk melakukan penyelidikan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah. Salah satu pendekatan yang sesuai dengan karakteristik tersebut adalah model pembelajaran *inquiry* yang menekankan proses bertanya, menyelidiki, dan menemukan konsep melalui pengalaman langsung sehingga siswa membangun pengetahuan secara mandiri melalui tahapan ilmiah yang sistematis (Ilhamdi dkk., 2020).

Model *inquiry* memiliki beberapa tingkatan berdasarkan besarnya intervensi guru, mulai dari inkuiri terstruktur, inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), hingga inkuiri terbuka (Agista dkk., 2023). Pada inkuiri terbuka, siswa diberi kebebasan penuh untuk merancang dan melaksanakan penyelidikan secara mandiri. Namun, pendekatan tersebut menuntut tingkat kemandirian dan pengalaman belajar yang tinggi sehingga penerapannya pada siswa SMA yang tingkat kemandiriannya masih beragam belum sepenuhnya efektif. Oleh karena itu, *guided inquiry* menjadi alternatif yang lebih sesuai karena tetap menempatkan siswa sebagai pelaku utama penyelidikan, tetapi

dengan arahan dan pertanyaan pemandu dari guru agar proses berpikir lebih terarah (Irawanto & Sulanjari, 2019). Penelitian Siagian (2015) menunjukkan bahwa *guided inquiry* efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama bagi siswa dengan tingkat kemandirian belajar yang masih berkembang.

Penerapan model *guided inquiry* akan lebih optimal apabila didukung media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep abstrak secara lebih konkret. Salah satu media yang relevan adalah simulasi virtual karena memungkinkan siswa melakukan praktikum dan eksplorasi konsep secara interaktif (Agushesa dkk., 2024). Penggunaan simulasi virtual terbukti dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa karena membantu siswa menghubungkan konsep dengan fenomena ilmiah secara visual (Suranti dkk., 2016). Selain itu, simulasi virtual juga dapat menjadi solusi atas keterbatasan sarana praktikum di sekolah.

Berdasarkan hasil observasi di SMA Barunawati Surabaya, pelaksanaan praktikum biologi masih menghadapi keterbatasan

penggunaan laboratorium secara bersamaan sehingga kegiatan praktikum perlu disesuaikan dengan ketersediaan waktu dan fasilitas. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Jumrodah dkk. (2023) yang menyatakan bahwa hambatan pelaksanaan praktikum biologi umumnya disebabkan oleh keterbatasan sarana, alat laboratorium, dan waktu pembelajaran. Praktikum pada materi sistem respirasi manusia umumnya masih berfokus pada pengamatan sederhana sehingga visualisasi mekanisme pertukaran gas dan sirkulasi oksigen belum dapat diamati secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan media yang mampu memvisualisasikan proses respirasi manusia secara lebih komprehensif. Salah satu media yang dapat digunakan adalah *Oxygen Circulation Simulator* dari HHMI BioInteractive yang mampu menampilkan proses distribusi oksigen dalam tubuh secara interaktif serta memungkinkan siswa menganalisis hubungan antarvariabel fisiologis.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model *guided inquiry* dan simulasi virtual secara terpisah maupun terintegrasi dapat

meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Fonna dkk., 2013; Wigati dkk., 2023; Arfa dkk., 2020). Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji kontribusi model *guided inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem respirasi manusia masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kontribusi model *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem respirasi manusia.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen tipe *nonequivalent control group design*. Dua kelompok digunakan tanpa pengacakan, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, yang masing-masing diberikan *pre-test* dan *post-test*. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 di SMA Barunawati Surabaya dengan populasi seluruh siswa kelas XI. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kesetaraan

kemampuan awal siswa, kesamaan kondisi pembelajaran dengan guru pengampu yang sama. Berdasarkan kriteria tersebut, kelas XI-B2 ditetapkan sebagai kelompok eksperimen dan XI-B3 sebagai kelompok kontrol pada materi sistem respirasi manusia.

Perlakuan diberikan pada kelompok eksperimen melalui pembelajaran *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* untuk memperjelas konsep, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran reguler tanpa perlakuan tambahan.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen tes dan LKPD. *Pre-test* berbentuk pilihan ganda digunakan untuk mengetahui kemampuan awal, sedangkan *post-test* berbentuk uraian digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis berdasarkan indikator interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi. LKPD digunakan untuk menilai keterlaksanaan pembelajaran sekaligus melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Instrumen penelitian telah melalui uji validitas ahli menggunakan *indeks Aiken's V*, uji validitas empiris, serta uji

reliabilitas menggunakan *Cronbach's Alpha*.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan SPSS. Uji prasyarat meliputi uji normalitas (*Shapiro-Wilk*) dan uji homogenitas (*Levene*). Selanjutnya, analisis regresi linier sederhana digunakan untuk mengkaji besarnya kontribusi keterlaksanaan pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Uji Independent Sample T-Test* digunakan sebagai analisis pendukung untuk melihat perbedaan capaian antar kelompok.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Perbedaan Kemampuan Berpikir Kritis antara Kelompok Eksperimen dan Kelompok Kontrol

Penelitian ini bertujuan menganalisis kontribusi model *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem respirasi manusia. Kemampuan berpikir kritis siswa diukur melalui *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum perlakuan, sedangkan *post-test* digunakan untuk mengukur capaian berpikir kritis setelah pembelajaran berlangsung. Hasil rata-

rata nilai kedua kelompok disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Rata-rata Nilai *Pre-test* dan *Post-test*.

Kelompok	Nilai Mean $\pm$ SD	
	Pre-test	Post-test
Eksperimen	48,00 $\pm$ 18,27	77,40 $\pm$ 10,54
Kontrol	47,50 $\pm$ 15,29	61,98 $\pm$ 14,92

Berdasarkan Tabel 1, Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelompok relatif setara. Setelah perlakuan diberikan, hasil *post-test* menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki capaian kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Selain itu, standar deviasi *post-test* kelompok eksperimen lebih kecil dibandingkan kelompok kontrol, yang menunjukkan bahwa kemampuan siswa pada kelompok eksperimen cenderung lebih merata.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kelompok eksperimen berkaitan dengan keterlibatan aktif siswa selama pembelajaran *Guided Inquiry*. Melalui kegiatan penyelidikan secara terarah mulai dari merumuskan masalah hingga menarik kesimpulan, siswa dilatih menggunakan kemampuan berpikir logis dan analitis untuk memahami konsep abstrak sistem

respirasi manusia. Model pembelajaran yang didukung *Oxygen Circulation Simulator* membantu siswa memvisualisasikan mekanisme inspirasi-ekspirasi, pertukaran gas di alveolus, serta distribusi oksigen dalam tubuh sehingga hubungan antarorgan dan proses respirasi lebih mudah dipahami (Sherwood, 2016; Guyton & Hall, 2021). Saleh dkk. (2024) menyatakan bahwa simulasi virtual efektif digunakan pada materi biologi yang abstrak karena mampu menghadirkan visualisasi interaktif yang membantu siswa memahami proses biologis secara lebih konkret.

2. Perbedaan Kemampuan Berpikir Kritis Antar Kelompok

Setelah data memenuhi uji prasyarat normalitas dan homogenitas, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Sample T-Test*. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji *Independent Sample T-Test*

Kelompok	Mean	t hitung	t tabel	Sig.
Eksperimen	77,40	4,061	2,074	0,000
Kontrol	61,98			

Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($<0,05$) dengan nilai t hitung lebih besar dibandingkan t tabel ($4,061 > 2,074$). Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan signifikan kemampuan

berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah perlakuan diberikan.

Perbedaan capaian tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* memberikan kontribusi terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Melalui tahapan inkuiri, siswa tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi aktif melakukan penyelidikan, pengamatan, analisis data, dan pengolahan informasi secara mandiri. Bruner menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih bermakna apabila siswa berperan aktif dalam menemukan konsep dan memecahkan masalah secara mandiri (Fathurrohman, 2015). Selanjutnya Kuhlthau, Maniotes, dan Caspari (2015) juga menjelaskan *Guided Inquiry* membantu siswa menemukan konsep melalui proses investigasi yang dibimbing guru sehingga siswa lebih mudah mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara bertahap.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa model *Guided Inquiry* efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

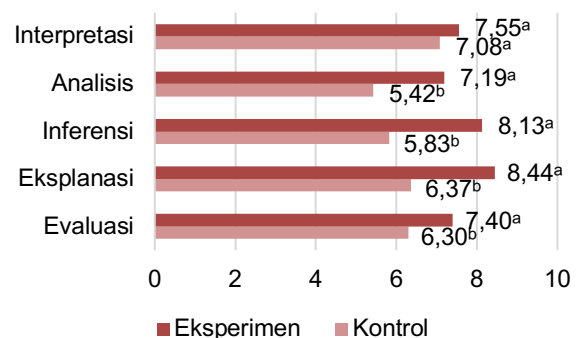
Yeritia dkk. (2017) menyatakan bahwa pembelajaran *inquiry* mampu meningkatkan keaktifan siswa serta melatih kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan penyelidikan ilmiah. Penelitian Rahmasari dan Raharjo (2023) juga menunjukkan bahwa penggunaan simulasi virtual HHMI *BioInteractive* berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi sistem peredaran darah. Selain itu, penelitian Ramadhan dan Irwanto (2017) serta Aripin dan Suryaningsih (2020) menyebutkan bahwa praktikum berbasis simulasi virtual efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis karena siswa terlibat aktif dalam pengamatan, analisis data, dan penarikan kesimpulan.

Pada materi sistem respirasi manusia, peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa terlihat ketika siswa mampu menjelaskan mekanisme pernapasan, menganalisis faktor yang memengaruhi distribusi oksigen, serta mengevaluasi hubungan antara ventilasi udara dengan ketersediaan oksigen dalam tubuh. Aktivitas tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran *Guided Inquiry* yang dipadukan dengan simulasi virtual

membantu siswa memahami konsep respirasi tidak hanya secara teoritis, tetapi juga melalui proses analisis dan penyelidikan ilmiah secara langsung.

3. Perbandingan Setiap Indikator Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis dianalisis berdasarkan indikator menurut Facione (2015), yaitu interpretasi, analisis, inferensi, eksplanasi, dan evaluasi. Hasil uji per indikator disajikan pada Grafik 1.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada indikator yang sama menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pada uji *Independent Sample T-Test*, sedangkan huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan.

Grafik 1 Perbandingan Rata-rata Indikator Berpikir Kritis Hasil menunjukkan bahwa indikator analisis, inferensi, eksplanasi, dan evaluasi memiliki perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Sementara indikator interpretasi tidak menunjukkan perbedaan signifikan meskipun rerata kelompok eksperimen tetap lebih tinggi.

Indikator interpretasi memperoleh capaian yang relatif tidak berbeda signifikan karena aktivitas pembelajaran pada tahap ini masih didominasi kegiatan memahami informasi awal, mengidentifikasi fenomena respirasi, dan merumuskan hipotesis pada sintaks menyajikan masalah dan merumuskan hipotesis. Pada tahap tersebut, *Oxygen Circulation Simulator* belum digunakan secara langsung sehingga siswa masih dapat memahami informasi dasar melalui penjelasan guru, gambar, maupun bacaan pada LKPD. Akibatnya, pengaruh perlakuan terhadap kemampuan interpretasi belum terlihat optimal.

Berbeda dengan indikator interpretasi, indikator analisis menunjukkan perbedaan signifikan karena telah terintegrasi langsung dengan penggunaan *Oxygen Circulation Simulator* pada sintaks merancang dan melaksanakan eksperimen. Pada tahap ini siswa menganalisis hubungan antara aktivitas tubuh, konsumsi oksigen, ventilasi ruangan, dan distribusi oksigen melalui simulasi virtual. Aktivitas tersebut membantu siswa mengidentifikasi hubungan antarvariabel dan menghubungkan

data eksperimen dengan konsep respirasi manusia. Siswa juga menganalisis bagaimana peningkatan aktivitas tubuh menyebabkan kebutuhan oksigen meningkat sehingga frekuensi pernapasan ikut bertambah. Selain itu, siswa menghubungkan hasil simulasi dengan proses pertukaran gas di alveolus dan mekanisme transportasi oksigen oleh hemoglobin dalam darah sebagaimana dijelaskan pada konsep transportasi gas sistem respirasi manusia (Sherwood, 2016; Saladin, 2024). Menurut Ennis (2011), kemampuan berpikir kritis melibatkan kemampuan menganalisis informasi dan mengidentifikasi hubungan logis antar konsep.

Indikator inferensi juga menunjukkan perbedaan signifikan karena siswa dilatih menyusun hipotesis, menilai hasil simulasi, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti eksperimen pada sintaks melaksanakan eksperimen serta mengumpulkan dan menganalisis data. Melalui *Oxygen Circulation Simulator*, siswa dapat mengamati perubahan distribusi oksigen secara langsung sehingga proses penarikan kesimpulan menjadi lebih berbasis data. Kondisi ini sesuai dengan

pendapat Syaifuddin dan Martini (2025) bahwa *Guided Inquiry* mampu melatih kemampuan berpikir reflektif melalui pengujian hipotesis dan penarikan kesimpulan.

Indikator eksplanasi memperoleh capaian tertinggi pada kelompok eksperimen. Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa mampu menyampaikan hasil pemikiran, memberikan justifikasi terhadap prosedur, serta menyusun argumentasi secara logis berdasarkan hasil eksperimen. Aktivitas ini muncul pada sintaks mengumpulkan dan menganalisis data ketika siswa diminta menjelaskan hubungan antara konsumsi oksigen, aktivitas tubuh, ventilasi ruangan, dan kualitas udara berdasarkan hasil simulasi virtual. Integrasi langsung antara *Guided Inquiry* dan *Oxygen Circulation Simulator* pada tahap analisis data menyebabkan indikator eksplanasi berkembang lebih optimal dibanding indikator lainnya. Kondisi ini sesuai dengan tahapan *Guided Inquiry* pada kegiatan menganalisis data dan menyusun kesimpulan (Trianto, 2007).

Indikator evaluasi juga menunjukkan perbedaan signifikan karena pada sintaks menarik

kesimpulan siswa diminta mengevaluasi kualitas data, menilai kondisi lingkungan padat penduduk terhadap ketersediaan oksigen, serta merumuskan solusi berdasarkan hasil pembelajaran. Aktivitas tersebut melatih siswa menilai validitas informasi dan kekuatan argumen sesuai indikator evaluasi menurut Facione (2015).

4. Kontribusi Keterlaksanaan Pembelajaran terhadap Capaian Berpikir Kritis

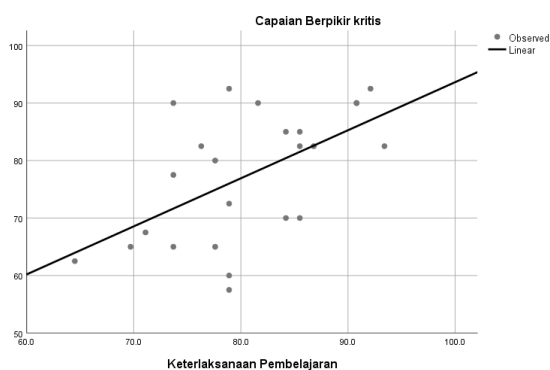
Hubungan antara keterlaksanaan pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis dianalisis menggunakan regresi linier sederhana. Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,005 dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,310. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* memberikan kontribusi sebesar 31% terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Persamaan regresi yang diperoleh yaitu:

$$Y = 10.028 + 0.836X \quad (1)$$

Persamaan (1) menunjukkan adanya hubungan positif antara keterlaksanaan pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis siswa.

Setiap peningkatan keterlibatan siswa akan diikuti dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin optimal pelaksanaan pembelajaran *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator*, maka semakin tinggi pula kemampuan berpikir kritis yang dicapai siswa. Temuan ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar langsung dan keterlibatan siswa dalam proses menemukan konsep (Akhyar dkk., 2025).

Hubungan antara keterlaksanaan pembelajaran dan capaian berpikir kritis siswa juga dapat dilihat pada grafik regresi linier dari output SPSS yang disajikan sebagai berikut.



Grafik 1 Hubungan Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Capaian Berpikir Kritis
Berdasarkan grafik tersebut, arah garis regresi menunjukkan

kecenderungan meningkat secara positif. Sebaran titik data memperlihatkan adanya hubungan linear antara nilai LKPD dan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini menunjukkan bahwa keterlibatan siswa selama proses pembelajaran melalui aktivitas pada LKPD berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis.

Meskipun demikian, kontribusi sebesar 31% menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh keterlaksanaan pembelajaran *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator*. Sisanya sebesar 69% dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian. Kondisi ini sejalan dengan Rosmaini (2023) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi fisik, perkembangan intelektual, dan motivasi belajar siswa.

Faktor kondisi fisik dapat memengaruhi konsentrasi dan kesiapan siswa selama mengikuti pembelajaran. Siswa yang mengalami kelelahan, kurang istirahat, atau kurang fokus cenderung mengalami kesulitan dalam menganalisis informasi dan menyelesaikan

permasalahan secara optimal (Anugraheni, 2020). Selain itu, perkembangan intelektual siswa juga berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis karena setiap siswa memiliki kemampuan memahami informasi, rasa ingin tahu, dan kemampuan pemecahan masalah yang berbeda-beda (Dores dkk., 2020; Rofiqoh, 2022). Motivasi belajar turut menjadi faktor penting karena siswa yang memiliki motivasi tinggi cenderung lebih aktif selama proses pembelajaran, lebih antusias dalam melakukan penyelidikan, serta lebih mampu mengevaluasi hasil pembelajaran secara mandiri (Hasnan dkk., 2020).

Selain dipengaruhi faktor internal siswa, kontribusi yang belum optimal juga dapat disebabkan oleh keterbatasan implementasi *Oxygen Circulation Simulator* dalam pembelajaran. Pada penelitian ini, penggunaan simulasi virtual belum diterapkan pada seluruh sintaks *Guided Inquiry*, melainkan lebih dominan digunakan pada tahap melaksanakan eksperimen dan pengamatan data. Sementara itu, tahapan lain seperti orientasi masalah, penyusunan hipotesis, diskusi kelompok, dan penarikan

kesimpulan masih dipengaruhi oleh kemampuan dasar siswa, interaksi antarsiswa, bimbingan guru, serta dinamika kerja kelompok selama pembelajaran berlangsung. Akibatnya, pengaruh simulasi virtual terhadap seluruh aspek kemampuan berpikir kritis belum dapat berkembang secara maksimal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* memberikan kontribusi nyata terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, namun kemampuan tersebut tetap berkembang melalui interaksi berbagai faktor selama proses pembelajaran. Temuan ini memperkuat pendapat bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan keterampilan kompleks yang dipengaruhi oleh proses pembelajaran, karakteristik individu siswa, serta lingkungan belajar yang mendukung.

D. Kesimpulan

Hasil pada penelitian dan analisis statistik yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* memberikan kontribusi terhadap kemampuan

berpikir kritis siswa pada materi sistem respirasi manusia. Analisis regresi linier sederhana menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,005 dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,310, yang mengindikasikan bahwa keterlaksanaan pembelajaran berkontribusi sebesar 31% terhadap variasi kemampuan berpikir kritis siswa, sedangkan 69% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar variabel yang dikaji. Analisis regresi menunjukkan hubungan linier positif antara keterlaksanaan pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis, di mana peningkatan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran diikuti oleh peningkatan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, perbedaan rerata nilai *post-test* antara kelompok eksperimen dan kontrol menguatkan bahwa model pembelajaran *Guided Inquiry* dengan dukungan simulasi memberikan kontribusi yang lebih optimal terhadap pencapaian kemampuan berpikir kritis. Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa model *Guided Inquiry* dengan *Oxygen Circulation Simulator* berkontribusi secara nyata dalam mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agista, H., Haliza, N. A., Husaini, N. A., Setiawati, D., & Noviani, D. (2023). Aplikasi Metode Inquiry; Kelebihan Dan Kelemahannya Dalam Pembelajaran Fiqih. *Jurnal Pendidikan Indonesia (PJPI)*, 1(1), 77-86.
- Agushesa H Y, Prastiwi M S. (2024). Pengaruh Penggunaan Virtual Laboratory terhadap Kemampuan Literasi Saintifik Siswa Pada Materi Evolusi. *Bioedu*, 13(2), 458-464.
- Akhyar, M., Sesmiarni, Z., Gusli, R. A., & Al Faruq, M. A. (2025). Pendekatan Inovatif dalam Meningkatkan Manajemen Mutu Berbasis Sekolah. *Tadbir: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 13(1), 133–153.
<https://doi.org/10.30603/tjmpi.v13i1.5823>
- Arfa, N., Harjono., Sumarni, W., & Nuswowati, M. (2020). Kontribusi Virtual Laboratory pada Pembelajaran Guided-Inquiry Materi Larutan Penyangga terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Phenomenon*, 10(1), 62-74.
<https://doi.org/10.21580/phen.2020.10.1.4205>
- Aripin, I., Suryaningsih, Y. (2020). Developing BTEM-Based Virtual Biology Laboratory to Improve Students' Critical Thinking Skills on the Concept of Bacteria. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 216-22.

- Azizah EN, Wisanti. (2024). Pengembangan *E-book* Transpor Membran Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis. *BioEdu*, 13(2), 266-276.
- Azzahra, N., Yogica, R., Fitri, R. (2024). Menggali Potensi Model Inkuiri Terbimbing dalam Membentuk Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi. *Papanda Journal of Mathematics and Sciences Research (PJMSR)*, 3(2), 81-89.
- Basil, M., Morrissey, E. (2019). Lung regeneration: a tale of mice and men. *Seminars in cell & developmental biology*. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2019.11.006>
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. (2016). 21st century skills development through inquiry-based learning: From theory to practice. Dalam *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning: From Theory to Practice*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2481-8>
- Dores, S. P., Jiran, O., Wibowo, D. C., & Susanti, S. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika. *J-Pimat*, 2(2), 242-254. <https://doi.org/10.31932/j-pimat.v2i2.889>
- Ennis, RH. (2011). Critical Thinking: Reflection And Perspective-Part I. *Inquiry*, 26(1).
- Facione, P. A. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Millbrae, CA: Measured Reasons and The California Academic Press.
- Fathurrohman, 2015. *Model-model Pembelajaran Inovatif*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media
- Fonna TM, Adlim, Ali SM. (2013). Perbedaan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Penerapan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Pada Konsep Sistem Pernapasan Manusia Di SMA Negeri Unggul Sigli. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 1(2), 124-128. <https://doi.org/10.22373/biotik.v1i2.223>
- Guyton A. C., Hall J. E. (2011). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 12. Jakarta: EGC.
- Hamdani, M., Prayitno, B.A., Karyanto, P. (2019). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Metode Eksperimen. *Proceeding Biology Education Conference*, 16(1), 139- 145.
- Handayani, E.S., Fernando, F., Gaspersz, S., Ridwan., Ahamdin., Kusumarini, E. (2025). Implementasi Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) dalam Meningkatkan Efektivitas Kurikulum Berdampak di Sekolah. *Jurnal Edu Research*, 6(2), 1522-1535.
- Hasnan, S. M., Rusdinal, R., & Fitria, Y. (2020). Pengaruh Penggunaan Model Discovery Learning Dan Motivasi Terhadap

- Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 239-249. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.318>
- HHMI BioInteractive. (2023). *Oxygen Circulation Simulator*. Diakses dari <https://media.hhmi.org/biointeractive/click/biology-oxygen/simulator.html>
- Hulu, T., Zega, N., Gulo, H., Harefa, A. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Konteks Pembelajaran Biologi SMA Negeri 1 Lahewa Timur. *Jurnal P4I*, 4(3), 195-222. <https://doi.org/10.51878/learning.v4i3.3207>
- Ilhamdi, M. L., Novita, D., & Rosyidah, A. N. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis IPA SD. *Jurnal Ilmiah KONTEKSTUAL*, 49-57. <https://doi.org/10.46772/kontekstual.v1i02.162>
- Irawanto, T., Sulanjari, S. (2019). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran *Guided Inquiry* Pada Pembelajaran Kompetensi Menerapkan Pencucian Dan Penyimpanan di Kelas X Jasa Boga SMKN 2 Jombang. *e-Jurnal Tata Boga*, 8(2), 307-315.
- Jamaluddin, J., Andayani, Y., & Purwoko, A. A. (2019). Pelatihan Penyusunan Instrumen Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Bagi Pendidik Mata Pelajaran IPA SMP Di Kota Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 1(1), 79–85. <https://doi.org/10.29303/jpmppi.v1i1.223>
- Jumrodah, Awaluddin AM, Najwa F, Anwar MS, Meiana NA, Ajiza D, Aia R, Ashari R, Maharani SP, Karlina S. (2023). Analisis Hambatan Guru Dalam Pembelajaran Biologi Berbasis Praktikum Di SMAN 2 Buntok. *Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan*, 3(1), 92-104. <https://doi.org/10.23971/jpsp.v3i1.5987>
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K. (2015). *Guided inquiry: Learning in the 21st century*. Westport: Libraries Unlimited.
- Meilani, D., Dantes, N., & Tika, I. N. (2020). Pengaruh Implementasi Pembelajaran Saintifik Berbasis Keterampilan Belajar Dan Berinovasi 4C Terhadap Hasil Belajar IPA Dengan Kovariabel Sikap Ilmiah Pada Peserta Didik Kelas V SD Gugus 15 Kecamatan Buleleng. *Jurnal Elementary*, 3(1), 1–5.
- Muafiro, A., & Sudibyo, E. (2022). Implementasi LKPD Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Pencemaran Air untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP. *PENSA E-JURNAL : PENDIDIKAN SAINS*, 10(2), 214–220.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 Result (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris:

- OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Oktrilani, R. Delianti, V. I., Fajri, B. R., & Samala, A. D. (2023). Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Sistem Pernapasan Mata Pelajaran Biologi Kelas XI MIPA Tingkat SMA. *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, 3(2), 79-86.
<https://doi.org/10.24036/javit.v3i2.156>
- Qomariyah, E. N. (2016). Pengaruh Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis IPS. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran (JPP)*, 23(2), 132–141.
- Rahmasari, N., & Raharjo. (2023). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Interaktif terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sistem Peredaran Darah. *BioEdu*, 12(3), 719-723.
- Ramadhan, F. M., & Irwanto. (2017). Using Virtual Labs to Enhance Students' Thinking Abilities, Skills, And Scientific Attitudes. *International Conference on Educational Research and Innovation (ICERI 2017)*, 494-499.
- Ramadhan, MNP. (2023). The Role of SDG 4: Quality Education on the Internationalization of Indonesia's Education. *Hasanuddin Journal of Strategic and International Studies (HJSIS)*, 1(2), 39-51.
- Rizqiyah, N., Hariani, D. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning pada Materi Sistem Respirasi Manusia untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI SMAS Hang Tuah 1 Surabaya. *BioEdu*, 14(2), 326-337.
- Rofiqoh, K. S. (2022). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal Segiempat Berdasarkan Tingkat Perkembangan Intelektual Piaget di SMP Negeri 2 Singosari.
- Rosmaini, R. (2023). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(9), 869-879.
- Saladin, K.S. (2024). *Anatomy Physiology The Unity of Form and Function (10th ed.)*. New York: McGraw Hill LLC
- Saleh FM., Riandi, Surtikanti HK. (2024). Laboratorium Konvensional vs Laboratorium Virtual dalam Efektivitas dan Motivasi Pembelajaran Biologi : Studi Literatur Conventional Laboratory vs Virtual Laboratory in Effectiveness and Motivation for Biology Learning : A Literature Study. *Jurnal Jeumpa Pendidikan Sains & Biologi*, 11(1), 13-24.
<https://doi.org/10.33059/jj.v11i1.9143>

- Sherwood, L. (2016). *Human Physiology: From Cells to Systems* (9th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.
- Siagian, A.F. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *INPAFI*, 3(3), 1-12.
<https://doi.org/10.24114/inpafi.v3i3.5289>
- Sugiharti, N., Gayatri, Y. (2024). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Muhammadiyah Kota Surabaya pada Pembelajaran Biologi. *PEDAGO-BIOLOGI*, 13(1), 34-40.
<https://doi.org/10.30651/jpb.v9i1.9342>
- Suranti, N. M. Y., Gunawan, G., & Sahidu, H. (2016). Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Media Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Alat-alat Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 2(2), 73–79.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v2i2.292>
- Suryani, N., Prayitno, B., Rinanto. (2018). Pengembangan Modul Berbasis Guided Discovery Pada Materi Sistem Pernapasan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Xi Sma Negeri 5 Surakarta. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1), 101-110.
<https://doi.org/10.20961/inkuiiri.v7i1.19796>
- Syaifuddin S.S., Martini, M. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Smp Pada Materi Sistem Pernapasan Manusia. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 375-384.
<https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4683>
- Trianto. (2007). *Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Wigati WR, Syahril, Maaruf Z. (2023). Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing Berbasis Virtual Laboratorium terhadap Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Usaha Dan Energi. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(1), 104-109.
<https://doi.org/10.24114/jpf.v12i1.45385>
- Yeritia, S., Wahyudi, Rahayu, S. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Siswa Kelas X SMAN 1 Kuripan Tahun Ajaran 2017/2018. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(2), 181-187.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v3i2.398>