

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *STRUCTURED INQUIRY* BERBANTUAN VIRTUAL LABORATORIUM TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP SISWA

Puput Febriani¹, Ika Nurani Dewi², Saidil Mursali^{3*}

^{1,2,3}Prodi Pendidikan Biologi, FSTT, Universitas Pendidikan Mandalika,
Jl. Pemuda No. 59 A, Mataram, Indonesia 83125
Email Korespondensi: saidilmursali@undikma.ac.id

Abstract: This study aims to determine the effect of the structured inquiry learning model assisted by virtual laboratories on students' conceptual understanding at SMP Negeri 1 Maronge. This study uses a quantitative approach using a quasi-experimental method and a pretest-posttest control group design. The population of this study were students of SMPN 1 Maronge, with the research sample consisting of students in grades VIIIA and VIIIC. The sampling technique used was cluster random sampling. The research instrument used was a concept understanding test. Data analysis was carried out using the N-gain test to measure the increase in conceptual understanding, and ANCOVA to test differences between groups. The results showed that the conceptual understanding of students in the experimental class who used structured inquiry learning assisted by virtual laboratories-PhET had an N-Gain value of 0.63 (moderate criteria), while the control class had an n-gain value of 0.54 (moderate criteria). The results of the Ancova test showed a sig value of $0.000 < \alpha = 0.05$, indicating a significant difference between the experimental and control groups. Thus, it can be concluded that the structure inquiry learning assisted by virtual laboratory-PhET has a positive effect on improving students' conceptual understanding. These findings can serve as a reference for teachers to implement Structured Inquiry supported by the PhET virtual laboratory, for curriculum development to strengthen the integration of inquiry-based learning and virtual laboratories, and for future research to examine retention, C1–C6 cognitive-level concept understanding, and other learning outcomes in larger samples.

Keywords: Structure Inquiry, Virtual Laboratory, and Concept Understanding.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *structured inquiry* berbantuan virtual laboratorium terhadap pemahaman konsep siswa di SMP Negeri 1 Maronge. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menggunakan metode *quasi eksperimen* dan desain *pretest-posttest control group*. Populasi penelitian ini adalah siswa SMPN 1 Maronge, dengan sampel penelitian terdiri dari siswa kelas VIIIA dan VIIIC. Teknik penentuan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*. Instrumen penelitian yang digunakan adalah tes pemahaman konsep. Analisis data dilakukan menggunakan uji N-gain untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep, serta uji ANCOVA untuk menguji perbedaan antar kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa kelas eksperimen yang menggunakan pembelajaran *structure inquiry* berbantuan virtual laboratorium memiliki nilai N-Gain sebesar 0.63 (kriteria sedang), sedangkan kelas kontrol memiliki nilai n-gain sebesar 0.54 (kriteria sedang). Hasil uji Ancova menunjukkan nilai sig sebesar $0,000 < \alpha = 0,05$, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *structure inquiry* berbantuan virtual laboratorium-PhET berpengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa. Temuan ini dapat menjadi acuan bagi guru untuk menerapkan *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET, bagi kurikulum untuk memperkuat integrasi inkuiri dan laboratorium virtual, serta bagi penelitian lanjutan untuk menguji retensi, capaian pemahaman konsep C1–C6, dan hasil belajar lainnya pada sampel yang lebih luas.

Kata kunci: Structure Inquiry, Virtual Laboratorium, dan Pemahaman Konsep.

PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA di SMP bertujuan untuk membimbing siswa dalam memahami sejumlah konsep IPA sehingga dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan

permasalahan di kehidupan nyata (Dede *et al.*, 2018). Pemahaman konsep IPA sangat penting bagi siswa agar mereka mampu memahami setiap fenomena alam yang terjadi di sekitar mereka (Suhartono *et al.*, 2019). Agar siswa memiliki pemahaman terhadap suatu konsep tertentu, maka kegiatan pembelajaran harus melibatkan peran siswa secara aktif (Yolanda *et al.*, 2019). Berdasarkan Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, pembelajaran di sekolah idealnya harus melibatkan peran siswa dalam proses penemuan sejumlah konsep atau pengetahuan. Dari tuntutan tersebut, guru diminta untuk dapat mencapai produk dan proses sains secara bersamaan dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran IPA di sekolah (Fransiska *et al.*, 2018). Menurut Zuleni & Marfilinda (2022) pemahaman konsep IPA adalah kemampuan menyeluruh dalam memahami ide-ide IPA, merumuskan cara mengerjakan atau menyelesaikan suatu permasalahan, menerapkan suatu perhitungan sederhana, dan mampu mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. pemahaman konsep yang kuat memungkinkan mereka untuk mengaitkan temuan tersebut dengan teori dan prinsip ilmiah yang relevan. Hal ini akan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan kepercayaan diri peserta didik dalam memecahkan masalah sains, baik di dalam kelas maupun dalam kehidupan sehari-hari (Janah & Hidayati, 2025)

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di SMP Negeri 1 Maronge mengindikasikan pemahaman konsep siswa di sekolah tersebut masih rendah. Hal ini disebabkan karena proses pembelajaran menggunakan metode pembelajaran konvensional yaitu dengan cara ceramah dan menggunakan buku paket, hal ini menyebabkan keterlibatan siswa dalam proses belajar menjadi rendah. Siswa tidak aktif berpartisipasi atau berinteraksi dengan materi pelajaran sains. Metode ceramah dan buku paket tidak cukup untuk mengembangkan pemahaman konsep siswa, penilaian yang dilakukan identik pada hasil akhir tanpa menilai prosesnya. Jika penilaian hanya berfokus pada hasil akhir, sedangkan proses belajar yang melibatkan pemahaman tidak terukur menyebabkan siswa kurang termotivasi dalam belajar. Selain itu, masih kurangnya kegiatan praktikum yang dilakukan untuk memperkuat konsep-konsep yang dipelajari juga menjadi salah satu penyebab rendahnya pemahaman konsep siswa. Kondisi tersebut menjadi hambatan dalam pencapaian tujuan pembelajaran IPA yang menekankan proses ilmiah dan keterlibatan aktif siswa. Oleh karena itu diperlukan pembelajaran yang mengakomodasi

siswa aktif dalam proses, serta memberdayakan pemahaman konsep siswa (Ansya & Salsabilla, 2024).

Salah satu model pembelajaran yang mampu memberdayakan pemahaman konsep siswa yaitu model pembelajaran *Structured Inquiry*. Menurut Nurwahid *et al.*, (2024) *Structured Inquiry* merupakan jenis pembelajaran inkuiri tingkatan terendah dimana siswa ditugaskan untuk melakukan penyelidikan berdasarkan masalah yang diberikan oleh guru dan penggunaan model pembelajaran *Structured Inquiry* menjadikan siswa tetap dapat belajar secara aktif baik individu maupun dalam kelompok. Husain (2023) menyatakan bahwa *Structured Inquiry* dapat mengembangkan kemampuan kognitif, afektif dan psikomotor pada siswa, selain itu model pembelajaran ini juga dinilai sesuai dengan psikologi belajar modern yang menganggap belajar adalah proses perubahan tingkah laku berkat adanya pengalaman.

Structured Inquiry dapat dipadukan dengan pembelajaran virtual laboratorium. Virtual laboratorium adalah simulasi komputer dari laboratorium fisik yang memungkinkan pengguna untuk melakukan eksperimen dan praktik ilmiah dalam lingkungan digital (Azmi *et al.*, 2024). Virtual laboratorium digunakan oleh siswa untuk belajar dan bereksperimen dengan konsep-konsep ilmiah yang kompleks, misalnya simulasi reaksi kimia, penentuan sifat-sifat material, atau simulasi genetika (Bogar *et al.*, 2023). Menurut Nurfidah (2021) virtual laboratorium memiliki beberapa kelebihan yaitu siswa dapat mengakses virtual laboratorium dari rumah atau sekolah tanpa perlu berada di laboratorium fisik. Virtual laboratorium mengurangi resiko kecelakaan yang mana di tingkat SMP, eksperimen yang melibatkan bahan kimia atau peralatan tertentu bisa berbahaya. Model pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET mendorong siswa ikut serta dalam proses berpikir dan memberi pengalaman melakukan percobaan secara langsung dalam menyelesaikan problem yang diberikan sehingga pemahaman konsep siswa dapat berkembang.

Materi Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari adalah materi mengenai unsur, senyawa, dan campuran. Berbagai bentuk unsur, senyawa, dan campuran mudah ditemukan dalam lingkungan sekitar, sehingga seharusnya pembelajaran pada materi ini dapat disampaikan secara menarik dan mudah dipahami oleh peserta didik. Namun, hasil observasi di SMP Negeri 1 Maronge menunjukkan bahwa peserta didik cenderung menganggap pembelajaran materi ini sulit,

kurang menarik, dan membosankan. Kondisi ini disebabkan oleh penggunaan metode pembelajaran yang masih bersifat konvensional serta keterbatasan sumber belajar yang mendukung pemahaman konsep secara konkret. Salah satu materi IPA yang sangat relevan untuk pendekatan ini adalah “Unsur, Senyawa, dan Campuran”. Materi unsur, senyawa, dan campuran memiliki peran penting karena konsep-konsep tersebut sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari dan mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Pemahaman terhadap materi ini membantu peserta didik mengaitkan antara teori yang dipelajari di kelas dengan fenomena nyata yang mereka jumpai dalam kehidupan dan lingkungan peserta didik.

Berbagai kendala pembelajaran IPA di jenjang SMP, khususnya pada topik unsur, senyawa, dan campuran, masih tampak pada rendahnya pemahaman konsep siswa karena proses belajar cenderung menekankan hafalan serta keterbatasan kesempatan melakukan kegiatan eksperimen yang bermakna. Padahal, pembelajaran yang memanfaatkan teknologi seharusnya membuka akses seluas-luasnya bagi siswa untuk membangun pengetahuan secara mandiri melalui sumber belajar dan media yang tersedia, sehingga tujuan pembelajaran lebih mudah dicapai (Paramansyah & Parojai, 2024). Salah satu alternatif yang relevan adalah pemanfaatan Virtual Laboratory PhET berbasis web, karena dapat memperkaya pengalaman eksperimen secara aman, fleksibel, dan terarah dalam mendukung pembelajaran sains.

Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengujian integrasi Structured Inquiry dengan virtual laboratory PhET pada topik Unsur, Senyawa, dan Campuran di jenjang SMP menggunakan desain Quasi Eksperimen, serta mengukur pemahaman konsep dengan pemetaan komprehensif pada dimensi kognitif C1–C6. Kebaruan ini membedakan penelitian dari studi sebelumnya, misalnya Ni'mah & Widodo (2022) yang menerapkan inkuiri terstruktur berbantuan PhET pada materi listrik dinamis dengan desain pre-experiment yang menekankan perbandingan pretest–posttest dan N-gain per subkonsep. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menilai perubahan skor akhir, tetapi juga menghasilkan profil capaian konseptual lintas tingkat kognitif. Sejalan dengan itu, tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh model pembelajaran Structured Inquiry berbantuan virtual laboratory PhET terhadap pemahaman konsep siswa pada materi unsur, senyawa, dan campuran.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan *metode quasi eksperiment* dengan rancangan desain *pretest-posttest control group design* (Cohen et al., 20018). Adapun desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain *Pretest-Posttest Control Group Design*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₁	X ₂	O ₂

Keterangan:

O₁ : tes awal dilakukan sebelum perlakuan.

O₂ : tes akhir dilakukan setelah perlakuan.

X₁ : Perlakuan pembelajaran menggunakan pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium-phet (kelas eksperimen).

X₂ : Perlakuan pembelajaran konvensional dengan metode ceramah (kelas kontrol).

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 1 Maronge pada semester Genap 2024/2025 pada materi Unsur, Senyawa, dan Campuran. Populasi dalam penelitian ini seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Maronge. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII-A dan kelas VIII-C. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling* (Cohen et al., 20018). Kelas VIII-A merupakan kelas eksperimen yang diajarkan model *Structured Inquiry* menggunakan virtual laboratorium, dan kelas VIII-C adalah kelas kontrol yang diajarkan dengan pembelajaran konvensional dengan menggunakan metode ceramah.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes pemahaman konsep yang berbentuk uraian. Tes ini digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains siswa yang dilakukan dengan cara memberikan tes awal kepada siswa (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Ada indikator yang dapat dinilai dari tes pemahaman konsep yaitu: mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi dan menciptakan (Anderson & Krathwohl, 2001). Selanjutnya data hasil penelitian dianalisis dengan ketentuan berikut.

Analisis pemahaman konsep dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$NA = \left(\frac{JS}{SM} \right) \times 100$$

Keterangan:

NA : Nilai Akhir

JS : Jumlah Skor

SM : Skor Maksimum.

Untuk mengetahui peningkatan penerapan pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium dengan PhET dianalisis dengan menghitung jumlah skor gain ternormalisasi (N-Gain) dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Skor gain ternormalisasi} = \frac{\text{Skor tes akhir} - \text{Skor tes awal}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor tes awal}} \times 100$$

Hasil perhitungan jumlah skor N-Gain ternormalisasi (N-Gain) selanjutnya dikonversi ke dalam tabel kriteria nilai N-Gain pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Nilai N-Gain

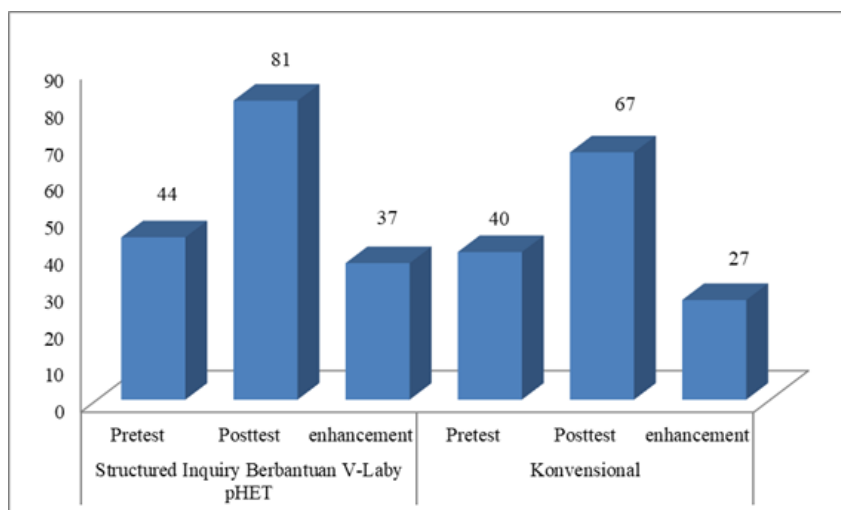
Nilai N-Gain	Kriteria
$g \leq 0,3$	Rendah
$0,3 < g < 0,7$	Sedang
$g \geq 0,7$	Tinggi

(Sukarelawan, *et al.* 2024)

Selanjutnya, Uji Ancova digunakan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan analisis kovarian satu arah (*Analysis Of Covariance Way*). Semua data diuji dengan program SPSS statistics versi 23, uji Ancova digunakan untuk mengambil keputusan apakah hipotesis tentang pengaruh model pembelajaran *structur inquiry* terhadap pemahaman konsep siswa. Sebelum dilakukan Uji Ancova pada penelitian ini maka perlu menguji normalitas dan homogenitas pada pretest dan posttest. Peneliti dibantu dengan pengolahan data secara komputerisasi, khususnya dengan menggunakan program komputer SPSS untuk menentukan signifikansi, artinya jika ada pengaruh antara pengujian jika Sig (2-tailed) < 0,05, maka H0 ditolak dan H1 diterima dan Sebaliknya, jika Sig (2- tailed) > 0,05, maka H0 diterima dan H1 ditolak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh penerapan model pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan *Virtual Laboratory PhET* terhadap pemahaman konsep siswa. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini mengumpulkan data pemahaman konsep biologi siswa. Pemahaman konsep diukur menggunakan tes berupa essay yang meliputi indikator mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi dan menciptakan. Hasil tes pemahaman konsep dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Rata-rata Pemahaman Konsep Siswa

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh informasi nilai pretest dan posttest pemahaman konsep siswa pada kedua kelas perlakuan. Hasil analisis pada kelas Eksperimen menunjukkan bahwa seluruh siswa mengalami peningkatan pemahaman konsep dengan rata-rata peningkatan sebesar 37. Rata-rata nilai pretest pada kelas ini adalah 44, sedangkan rata-rata skor posttest meningkat menjadi 81 setelah diterapkan pembelajaran *structured inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran *structured inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Sementara itu, pada kelas Kontrol juga terjadi peningkatan pemahaman konsep pada seluruh siswa dengan rata-rata peningkatan skor sebesar 27. Rata-rata skor pretest sebesar 40 meningkat menjadi 67 pada skor posttest. Peningkatan pemahaman konsep siswa tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan skor N-Gain, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil N-Gain Pemahaman Konsep Siswa

Kelas	Indikator										Rata-Rata		
	1		2		3		4		5			6	
Eksp. N-Gain Kategori	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2	44 81 0.63 Sedang
	46	86	44	96	52	86	40	66	38	76	42	87	
	0.66		0.70		0.69		0.53		0.57		0.60		
	Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		
Kontrol N-Gain Kategori	42	67	42	81	29	60	38	65	38	56	50	71	40 67 0.53 Sedang
	0.54		0.62		0.45		0.51		0.47		0.60		
	Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		

Keterangan:

1 = Mengingat (C1)

3 = Menerapkan (C3)

5 = Mengevaluasi (C5)

U1 = Pretest

2 = Memahami (C2)

4 = Menganalisis (C4)

6 = Menciptakan (C6)

U2 = Posttest

Data pada Tabel 3 menunjukkan hasil N-Gain pemahaman konsep siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen, yaitu kelas VIII-A, menerapkan model pembelajaran *structured inquiry* berbantuan virtual laboratorium, sedangkan kelas kontrol, yaitu kelas VIII-C, menggunakan pembelajaran konvensional. Pada kelas eksperimen, nilai N-Gain pada indikator mengingat sebesar 0,66, memahami sebesar 0,70, menerapkan sebesar 0,69, menganalisis sebesar 0,53, mengevaluasi sebesar 0,57, dan menciptakan sebesar 0,60. Rata-rata N-Gain yang diperoleh kelas eksperimen adalah 0,63. Sementara itu, pada kelas kontrol, nilai N-Gain pada indikator mengingat sebesar 0,54, memahami sebesar 0,62, menerapkan sebesar 0,45, menganalisis sebesar 0,51, mengevaluasi sebesar 0,47, dan menciptakan sebesar 0,60, dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,53. Indikator dengan nilai N-Gain tertinggi pada kelas eksperimen adalah memahami, sedangkan nilai terendah terdapat pada indikator menganalisis. Pada kelas kontrol, indikator tertinggi juga terdapat pada aspek memahami, sementara indikator terendah terdapat pada aspek menerapkan.

Selanjutnya, hasil penelitian ini dianalisis melalui uji hipotesis yang diawali dengan uji prasyarat, sebagai dasar pelaksanaan uji Ancova untuk mengetahui perbedaan pemahaman konsep siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji prasyarat yang dilakukan meliputi uji normalitas dan uji homogenitas data sebagai dasar pemenuhan asumsi analisis Ancova. Hasil dari masing-masing uji prasyarat tersebut disajikan dan dijelaskan secara berurutan. Uji normalitas tertera pada Tabel 4 sedangkan uji homogenitas tertera pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Data Pemahaman Konsep	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Eksperimen	.123	25	.200*	.944	25	.184
Kontrol	.131	24	.200*	.950	24	.271

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov–Smirnov dan Shapiro–Wilk, diperoleh nilai signifikansi pada kelas eksperimen masing-masing sebesar 0,200 dan 0,184. Sementara itu, pada kelas kontrol diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,200 dan 0,271. Karena seluruh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa data pemahaman konsep siswa pada kedua kelas berdistribusi normal.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pemahaman Konsep	Based on Mean	.598	1	47	.443
	Based on Median	.465	1	47	.499
	Based on Median and with adjusted df	.465	1	46.100	.499
	Based on trimmed mean	.484	1	47	.490

Hasil uji homogenitas varians menggunakan uji Levene menunjukkan bahwa nilai signifikansi berdasarkan mean sebesar 0,443, berdasarkan median sebesar 0,499, berdasarkan median dengan penyesuaian derajat kebebasan sebesar 0,499, serta berdasarkan trimmed mean sebesar 0,490. Seluruh nilai signifikansi tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data pemahaman konsep siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol bersifat homogen dan memenuhi prasyarat untuk dilakukan uji Ancova.

Tabel 6. Hasil Uji Ancova

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6777.254 ^a	2	3388.627	32.165	.000
Intercept	7134.157	1	7134.157	67.719	.000
Pretest	4119.240	1	4119.240	39.101	.000
Pemahaman_Konsep	1591.038	1	1591.038	15.102	.000
Error	4846.093	46	105.350		
Total n	281281.000	49			
Corrected Total	11623.347	48			

Berdasarkan hasil uji Ancova pada Tabel 6, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$, sehingga model pembelajaran yang diterapkan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pemahaman konsep siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah mengendalikan perbedaan kemampuan awal siswa melalui skor pretest, terdapat perbedaan pemahaman konsep yang signifikan antara siswa yang mengikuti pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Dengan demikian, model pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan.

Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah efektivitas penerapan model pembelajaran *structured inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai N-Gain kelas eksperimen pada indikator mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan berturut-turut sebesar 0,66; 0,70; 0,69;

0,53; 0,57; dan 0,60. Indikator memahami memperoleh nilai N-Gain tertinggi (0,70), yang menunjukkan bahwa siswa dilatih untuk memahami konsep secara mandiri melalui aktivitas pembelajaran, seperti diskusi kelompok, sebagaimana teramati selama proses pembelajaran di kelas.

Tingginya capaian indikator memahami dalam penelitian ini dipengaruhi oleh pelaksanaan kegiatan praktikum serta peran guru dalam membimbing siswa secara terstruktur, sehingga siswa lebih mudah memahami materi pembelajaran maupun prosedur praktikum (Puspitaningtyas *et al.*, 2021). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kegiatan praktikum memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan dirasakan manfaatnya secara langsung oleh siswa selama proses pembelajaran (Komalia *et al.*, 2024). Kegiatan praktikum secara terstruktur dapat membantu siswa memperkuat pemahaman terhadap materi yang disampaikan oleh guru.

Strategi pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung terbukti lebih efektif dibandingkan pendekatan yang hanya mengandalkan penjelasan secara lisan (Mursali *et al.*, 2025). Siswa diajarkan menemukan sendiri suatu pengetahuan dari kegiatan diskusi, maka didapatkan hasil pemahaman konsep pada indikator memahami mempunyai kriteria nilai tertinggi. Sementara itu, indikator pemahaman konsep dengan capaian terendah adalah indikator menganalisis dengan nilai N-Gain sebesar 0,53. Rendahnya capaian pada indikator ini dipengaruhi oleh kurangnya keseriusan sebagian siswa dalam mengerjakan soal yang berkaitan dengan materi unsur, senyawa, dan campuran, serta rendahnya perhatian siswa selama proses pembelajaran di kelas. Kondisi ini menyebabkan siswa belum mampu memahami materi secara mendalam. Temuan tersebut didukung oleh hasil observasi yang menunjukkan bahwa beberapa siswa tidak fokus memperhatikan penjelasan guru saat pembelajaran berlangsung. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahmawati dan Roesdiana (2022) yang menyatakan bahwa rendahnya capaian pada indikator menganalisis disebabkan oleh terbatasnya pengetahuan awal siswa, sehingga hanya sebagian kecil siswa yang mampu menjawab pertanyaan atau merumuskan dugaan sementara sesuai dengan permasalahan yang diajukan guru.

Temuan penelitian tersebut diperkuat oleh hasil uji hipotesis yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET terhadap pemahaman konsep siswa. Hal ini disebabkan karena kegiatan pembelajaran di kelas bersamaan dengan praktikum menggunakan virtual laboratorium PhET dapat meningkatkan kemampuan dan berperan aktif siswa selama kegiatan pembelajaran (Wulandari *et al.*, 2025). Pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET dapat mendukung siswa dalam memperoleh pengalaman belajar untuk memahami lebih dalam konsep IPA melalui

penyelidikan sehingga mudah diingat siswa karena lebih berkesan. Hal ini didukung oleh Ni'mah & Widodo (2022) yang mengatakan bahwa pembelajaran *Structured Inquiry* dapat mendukung siswa dalam memperoleh pengalaman belajar untuk memahami lebih dalam konsep IPA melalui penyelidikan sehingga mudah diingat siswa karena lebih berkesan.

Model pembelajaran *Structured Inquiry* mendorong siswa untuk aktif dalam mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi dan menciptakan berdasarkan data (Ni'mah & Widodo, 2022). Proses ini selaras dengan indikator pemahaman konsep, seperti mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi dan menciptakan. Integrasi *virtual laboratory* PhET dalam model ini memperkuat pengalaman eksperimen secara interaktif, efisien, dan aman, terutama dalam kondisi terbatasnya sarana laboratorium konvensional (Wulandari et al., 2025). Virtual laboratorium juga mendukung visualisasi konsep-konsep sains yang abstrak, memungkinkan simulasi proses yang kompleks, serta meningkatkan motivasi dan partisipasi belajar. Penggunaan virtual laboratorium tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep siswa (Bogar *et al.*, 2023), tetapi juga berpeluang memperkuat literasi teknologi melalui interaksi langsung dengan simulasi digital dan perangkat berbasis teknologi. Kombinasi ini memberikan ruang yang lebih luas bagi pengembangan pemahaman konsep secara mandiri maupun kolaboratif (Rahmansyah *at al.*, 2023). Penerapan pendekatan ini sejalan dengan teori *konstruktivisme*, yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman langsung. *Structured Inquiry* menyediakan kerangka berpikir ilmiah yang sistematis, sementara virtual laboratorium berfungsi sebagai media pendukung yang memungkinkan proses konstruksi pengetahuan secara realistis dan fleksibel (Wulandari et al., 2025).

Pengaruh *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium terhadap pemahaman konsep siswa. Pengelolaan pembelajaran menggunakan virtual laboratorium lebih efisien dibandingkan pembelajaran dengan laboratorium nyata. Menurut (Budianti *et al.*, 2024) pemahaman konsep dasar sangatlah penting untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran IPA. Penggunaan media simulasi dalam pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan hasil belajar fisika peserta didik (Hayati *et al.*, 2017). Hal ini karena adanya visualisasi konsep melalui laboratorium virtual yang memudahkan peserta didik di kelas eksperimen memahami materi lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Model pembelajaran inkuiri efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan pemaaman konsep peserta didik (Mursali et al., 2024). Fase-fase pembelajaran inkuiri menunjang peningkatan pemahaman konsep dan literasi saintifik. Pembelajaran inkuiri lebih efektif diterapkan pada jenjang SMP untuk meningkatkan pemahaman konsep. Pada saat pembelajaran berlangsung pembelajaran menggunakan model *structured inquiry* berbantuan virtual laboratorium, siswa menghadapi beberapa hambatan yang memengaruhi proses pembelajaran.

Salah satu hambatan yang muncul adalah kurangnya pemahaman atau keterampilan awal dalam menggunakan media digital, khususnya dalam mengoperasikan simulasi pada virtual laboratorium PhET. Selain itu, sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam mengikuti tahapan inkuiri secara mandiri, seperti merumuskan masalah, menyusun hipotesis, dan merancang percobaan, karena belum terbiasa dengan pendekatan pembelajaran yang menuntut keterlibatan aktif dan berpikir kritis (Mursali et al., 2023). Hambatan lainnya keterampilan kolaboratif dalam diskusi kelompok, yang berpengaruh terhadap efektivitas kerja ilmiah siswa (Masjudin et al., 2025). Meskipun demikian, hambatan-hambatan tersebut dapat diatasi melalui pendampingan intensif dari guru atau peneliti serta pemberian latihan yang berkelanjutan. Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian ini telah tercapai. Penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran *structured inquiry* berbantuan virtual laboratorium memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman konsep yang signifikan dengan cukup efektif, sebagaimana ditunjukkan oleh rata-rata N-Gain sebesar 63%. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan atau model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian memberikan dampak positif terhadap pemahaman peserta. pemahaman konsep siswa di kelas eksperimen (kelas yang menggunakan Virtual laboratorium PhET) lebih tinggi dalam mencapai ketuntasan dibandingkan pemahaman konsep di kelas kontrol (pelajar yang tidak menggunakan Virtual Laboratorium PhET). Dapat dilihat dari nilai mean respon pemahaman konsep siswa diperoleh hasil rata-rata uji N-gain score sebesar 0. yang menunjukkan nilai uji N-gain dalam kriteria sedang, sedangkan pada hasil persentase 58.0740 yang dimana dalam kategori tafsiran efektivitas N-gain Score nilai $< 76\%$ masuk ke dalam kategori cukup efektif. Berdasarkan hasil Tabel 9 Uji Ancova dapat dilihat data signifikan menunjukkan bahwa $\text{sig} = 0,000 < \alpha = 0,05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data signifikan atau adanya pengaruh model pembelajaran *Structured Inquiry* berbantuan virtual laboratorium terhadap pemahaman konsep siswa.

Penelitian ini dapat dikembangkan pada jenjang pendidikan lain, seperti SMA dan perguruan tinggi, serta pada materi pembelajaran yang berbeda. Disarankan agar penelitian selanjutnya mengkaji penerapan model *structured inquiry* dalam meningkatkan pemahaman konsep pada topik lain dan pada level kognitif yang lebih tinggi, termasuk strategi pengelolaan waktu dan penguatan motivasi belajar siswa. Bagi guru, penerapan

model pembelajaran *structured inquiry* berbantuan virtual laboratorium PhET direkomendasikan, khususnya dalam pembelajaran IPA, karena terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa dan mendorong keterlibatan aktif dalam proses berpikir ilmiah. Virtual laboratorium juga dapat menjadi alternatif solusi atas keterbatasan fasilitas laboratorium sekolah serta membantu memahami konsep yang bersifat abstrak. Selanjutnya, sekolah diharapkan mendukung implementasi pembelajaran berbasis *structured inquiry* melalui penyediaan sarana TIK dan pelatihan guru, guna mewujudkan pembelajaran sains yang inovatif, interaktif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada keluarga besar SMP Negeri 1 Maronge yang telah memberikan fasilitas tempat pelaksanaan penelitian serta berbagai hal yang membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansyah, Y. A. U., & Salsabilla, T. (2024). *Model Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Cahya Ghani Recovery.
- Azmi, M. N., Mansur, H., & Utama, A. H. (2024). Potensi Pemanfaatan Virtual Reality Sebagai Media Pembelajaran Di Era Digital. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 12(1), 211-226.
- Bogar, D. Y., Jufriansah, A., & Prasetyo, E. (2023). Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Buletin Edukasi Indonesia*, 2(03), 102-112.
- Budianti, C., Nurmalia, L., & Kusumawardani, S. (2024). Peningkatan Pemahaman Konsep IPA melalui Media Visual dalam Mata Pelajaran IPAS di MIS Al-Hidayah. *SEMNASFIP*.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8th ed.). Routledge Taylor and Francis Group, 2, 147–156.
- Dede, N. S., Yonanda, D. A., & Agustin, N. F. (2018). Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Melalui Penerapan Metode Demonstrasi pada Mata Pelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 4(2), 9-16. <https://doi.org/10.31949/jcp.v4i2.1050>
- Fransiska, L., Subagia, I. W., & Sarini, P. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Guided Discovery Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Negeri 3 Sukasada. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 1(2), 68-79.

- Hayati, S. N., Hikmawati, H., & Wahyudi, W. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri dengan Menggunakan Media Simulasi Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X MIA SMAN 1 Lingsar Lombok Barat Tahun Pelajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(1), 48-54.
- Husain, I. A. (2023). Penerapan Pendekatan Inquiry Sebagai Upaya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Dalam Pembelajaran Kimia Kelas X IPA SMA Negeri 1 Bone. *Academia: Jurnal Inovasi Riset Akademik*, 3(3), 151-160.
- Janah, F. R., & Hidayati, S. N. (2025). Analisis Pemahaman Konsep IPA Siswa SMP di Surabaya. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(1), 204-209.
- Komalia, K., Deva, S., Rohman, I., & Setiadi, R. (2024). Profil Pemahaman Siswa pada Konsep Termokimia dengan Menggunakan Praktikum Kalorimeter Ruang Hampa dan Kalorimeter Sederhana. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 12(1), 18-26.
- Masjudin, M., Abidin, Z., Kurniawan, A., Pujilestari, P., Astuti, S. H., & Yuliyanti, S. (2025). Development of Inquiry-Based Learning Tools to Enhance Students' Learning Interest and Conceptual Understanding in Mathematics. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 9(2), 379–404. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v9i2.2987>
- Mursali, S., Dewi, I. N., & Anwar, Z. (2025). Hybrid Learning Development: A Combination of Level of Inquiry and Moodle to Enhance Students' Critical Thinking Skills. *Al Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 6(1), 133–151. <https://doi.org/10.32332/al-jahiz.v6i1.10565>
- Mursali, S., Hastuti, U. S., Zubaidah, S., & Rohman, F. (2023). Development of a Moodle-Assisted Guided Inquiry Model for General Biology e-Learning to Enhance The Student' Critical Thinking Dispositions. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 280–291. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9ispecialissue.6282>
- Mursali, S., Hastuti, U. S., Zubaidah, S., & Rohman, F. (2024). Guided inquiry with Moodle to Improve Students' Science Process Skills and Conceptual Understanding. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 13(3), 1875. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i3.27617>
- Ni'mah, M., & Widodo, W. (2022). Penerapan model Pembelajaran Inkuiri Terstruktur Berbantuan Virtual-Laboratory PhET untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Listrik Dinamis. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 296-304.
- Nurfidah, N. (2021). Penerapan Pembelajaran Berbasis Laboratorium Virtual Dengan Bantuan Aplikasi Rekam Layar Pada Materi Routing. *VOCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan*, 1(3), 87-92.
- Nurwahid, H., Sulla, F. Y., & Barella, Y. (2024). *Inquiry Learning*: Pengertian, Sintaks Dan Contoh Implementasi Di Kelas. *Indonesian Journal on Education and Learning*, 1(2), 39-43.

- Paramansyah, A., & Parojai, M. R. (2024). *Pendidikan Inklusif Dalam Era Digital*. Penerbit Widina.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 955).
- Puspitaningtyas, E., Putri, E. F. N., Umrotul, & Sutopo. (2021). Analysis of High School Students' Mastery in Light Wave Theory Using Structured Inquiry Learning Assisted By a Virtual Laboratory. *Revista Mexicana de Fisica E*, 18(1), 10–22. <https://doi.org/10.31349/REVMEXFISE.18.10>
- Rahmansyah, S. Z., Yunus, S. R., Mardiana, M., & Wahyuni, R. (2023). Penerapan Model Structured Inquiry (Inkuiri Terstruktur) untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas VIII. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(3), 71-77.
- Rahmawati., N., D & Roesdiana, L. (2022). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMA pada Materi Turunan Fungsi Aljabar. *Jurnal Edukasi dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 8(1), 17 - 32. <https://doi.org/10.25134/jes-mat.v8i1.5579>
- Suhartono, Degeng, I. N. S., Suyitno, I., & Sulton. (2019). A Comparison Study: Effects Of the Group Investigation Model and The Direct Instruction Model Toward Science Concept Understanding. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 185–192. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18135>
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). N-Gain vs Stacking. *Yogyakarta: Suryacahaya*.
- Wulandari, W., Mursali, S., & Dewi, I. N. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Guided Inquiry Berbantuan Virtual Laboratory terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 5(3), 202–216. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v5i3.441>
- Yolanda, S. E., Gunawan, G., & Sutrio, S. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Video Kontekstual Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 5(2), 341-347. <https://doi.org/10.29303/jpft.v5i2.1393>
- Zuleni, E., & Marfilinda, R. (2022). Pengaruh Motivasi Terhadap Pemahaman Konsep Ilmu Pengetahuan Alam Siswa. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(1), 244-250.