



Implementasi Pembelajaran *Higher Order Thinking* Menggunakan *PhET Interactive Simulation* Pada Mata Kuliah Evolusi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa

Ahmad Saddam Husein^{1*}, Dewi Jumiarni¹, Syarif Hidayat¹, Abas¹

¹ Program Studi S-1 Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Indonesia

*Email: ahmadsaddam17@unib.ac.id

Info Artikel	Abstrak
Diterima: 29 Oktober 2024 Direvisi: 17 November 2024 Diterima untuk diterbitkan: 30 November 2024	<p><i>PhET Interactive Simulation</i> merupakan simulasi yang dapat memvisualisasi materi pembelajaran, mampu melibatkan mahasiswa secara aktif terlibat dalam proses berpikir dan penarikan kesimpulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur hasil belajar mahasiswa semester 5 Pendidikan Biologi Universitas Bengkulu pada Mata Kuliah Evolusi serta untuk mengetahui pengaruh pembelajaran <i>Higher Order Thinking</i> menggunakan <i>PhET Interactive Simulation</i>. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen (eksperimen semu), model <i>Nonequivalent control group design</i> dengan <i>total sampling</i>. Adapun kelas eksperimen pada penelitian ini ialah kelas 5A dengan kelas 5B sebagai kelas kontrol. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> dalam bentuk soal uraian dan analisis. Sementara itu, metode pembelajaran di kedua kelas disamakan yakni menggunakan diskusi kelompok. Setelah dilakukan pembelajaran, diberikan lembar <i>posttest</i> untuk mengetahui peningkatan pemahaman dan hasil belajar mahasiswa pada Mata Kuliah Evolusi. Sementara itu, model pembelajaran kedua kelas disamakan yakni <i>Higher Order Thinking</i>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata <i>pretest</i> pada kelas kontrol dan kelas eksperimen, yakni secara berurutan sebesar 39,71 dan 39,41. Begitu pula setelah pembelajaran, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata <i>posttest</i> pada kelas kontrol dan kelas eksperimen, yakni secara berurutan sebesar 82,94 dan 85,29. Selain itu, penggunaan <i>PhET Interactive Simulation</i> dikategorikan tinggi dengan nilai N-Gain sebesar 0,79 dan penggunaannya dianggap efektif dengan persentase N-Gain <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> mencapai 79%.</p>
Keywords: Evolusi, <i>higher order thinking</i> , <i>phet interactive simulation</i> , kuasi eksperimen, <i>posttest</i> , hasil belajar.	

© 2024 Ahmad Saddam Husein. This is an open-access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

PENDAHULUAN

Kurikulum merdeka (Kumer) memberikan kebebasan kepada mahasiswa untuk lebih mandiri, kreatif, inovatif dan memiliki *high order thinking skill*. Kurikulum merdeka dengan konsep merdeka belajar menekankan pada kebebasan berpikir dan kebebasan berinovasi (Ainia, 2020). Mahasiswa tidak hanya mendapatkan informasi dan mengikuti pembelajaran di kelas, namun dituntut untuk bisa memanfaatkan lingkungan dan teknologi sebagai sumber dan bahan belajar.



Kurikulum ini diharapkan mampu membentuk sumber daya manusia yang berkualitas dan unggul di berbagai bidang pada masa depan.

Pada era Revolusi Industri 4.0 lembaga pendidikan tidak hanya memerlukan literasi dasar seperti membaca, menulis, dan menghitung, tetapi juga membutuhkan literasi baru. Literasi baru ini terdiri dari tiga jenis. Pertama, literasi data yang meliputi kemampuan untuk membaca, menganalisis dan menggunakan informasi (big data) dalam dunia digital. Kedua, literasi teknologi yaitu pemahaman tentang cara kerja mesin, aplikasi teknologi (*Coding Artificial Intelligence & Engineering Principles*). Terakhir, literasi manusia yang mencakup penguatan *humanities*, komunikasi, dan desain (Yamin dan Syahrir, 2020). Untuk menghadapi era ini, pendidik dan mahasiswa dituntut untuk menguasai keterampilan adaptasi terhadap teknologi baru dan tantangan global. Salah satu cara mencapainya adalah dengan mengoptimalkan penggunaan teknologi sebagai alat bantu pendidikan, yang diharapkan dapat menghasilkan *output* yang mampu mengikuti perkembangan zaman atau bahkan mengubahnya menjadi lebih baik.

Pengalaman belajar individu mahasiswa menjadi hasil belajar bagi dirinya sendiri, sementara hasil belajar seluruh mahasiswa secara keseluruhan menjadi cerminan hasil kurikulum (Permendikbud No. 36 Tahun 2018). Hasil belajar merupakan bagian penting dalam proses pembelajaran, karena melalui hasil tersebut, pendidik dapat menilai tingkat keberhasilan pembelajaran yang telah berlangsung. (Dimiyati dan Mudijono, 2015). Setiap lembaga pendidikan harus mempersiapkan orientasi dan literasi baru di bidang pendidikan. Begitu pula, Universitas Bengkulu perlu meningkatkan kualitas lulusannya agar sesuai dengan kebutuhan dunia kerja dan tuntutan teknologi digital.

Mata Kuliah Evolusi adalah mata kuliah wajib bagi mahasiswa di Prodi Pendidikan Biologi dengan jumlah sks 2 (2-0) ditawarkan pada mahasiswa di semester ganjil (semester 5). Pada matakuliah ini mahasiswa belajar tentang konsep dasar evolusi, bukti evolusi, sejarah pemikiran evolusi, dasar genetika evolusi yang, akibat evolusi, sejarah evolusi kehidupan, seleksi alam serta aplikasi evolusi dalam kehidupan. Evolusi dipengaruhi oleh dua mekanisme utama yakni seleksi alam dan hanyutan genetik (Ruyani dan Zukmadini, 2017). Sebagai mata kuliah yang kompleks, pembelajaran evolusi sering dinilai rumit dan menuntut kemampuan *high order thinking* mahasiswa karena mengandung berbagai teori dan pandangan dengan argumen atau buktinya masing-masing. Untuk memahami materi dan konsep tersebut, mata kuliah Evolusi harus disertai dengan contoh yang dapat memacu analisis dan *higher order thinking skill* mahasiswa. Melalui *high order thinking* mahasiswa akan mampu membedakan ide atau gagasan dengan jelas, berargumen dengan baik, memecahkan masalah, menyusun penjelasan, merumuskan hipotesis dan memahami hal-hal kompleks secara lebih jelas, kemampuan ini menunjukkan bagaimana peserta didik bernalar dengan baik (Dinni, 2018). Namun alat atau media yang mampu memfasilitasi hal tersebut masih sangat terbatas.

Salah satu media ajar yang dapat diaplikasikan pada materi tersebut ialah *PhET interactive simulation*. *Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation* adalah simulasi dapat menggantikan praktikum nyata untuk menjelaskan berbagai fakta dan prinsip. PhET menyediakan simulasi pembelajaran dalam bidang fisika, biologi, dan kimia yang dapat digunakan untuk pengajaran di kelas atau belajar secara mandiri. (Muzana, dkk., 2021). Simulasi *PhEt* menekankan hubungan antara fenomena kehidupan nyata dan ilmu yang mendasari, mendukung pendekatan *interaktif* dan *konstruktivis*, memberikan umpan balik, serta menyediakan tempat kerja kreatif. (Finkelstein, 2006). *PhET Interactive Simulation* dipilih karena memiliki beberapa kelebihan salah satunya adalah dapat diakses secara gratis diamanapun dan kapanpun.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa penelitian lain yang relevan dengan penelitian ini, yaitu: a) Muzana, dkk., (2021), melakukan penelitian terhadap pengaruh penggunaan *PhET Interactive Simulation* terhadap efektivitas pembelajaran IPA. Pada hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa PhET adalah media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan efektivitas belajar. Simulasi PhET dapat meningkatkan kemampuan ICT literasi, mendukung pembelajaran tanpa perlu menggunakan laboratorium, mudah digunakan dan dipahami sesuai materi, serta dapat dimanfaatkan untuk belajar secara mandiri. b) Ngaderman, dkk., (2022),

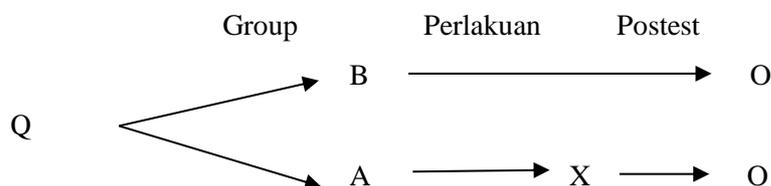
dari hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa Aplikasi simulasi PhET sangat bermanfaat bagi siswa untuk mempermudah pemahaman materi yang terkait, terutama bagi sekolah yang memiliki keterbatasan laboratorium. Aplikasi PhET dapat menjadi alternatif sebagai laboratorium virtual.

Berdasarkan latar belakang dan analisis masalah yang telah diuraikan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai perbaikan pembelajaran evolusi mata kuliah evolusi di semester 5 Pendidikan Biologi Universitas Bengkulu dengan menggunakan *PhET Interactive Simulation* sebagai media ajar tambahan pada mata kuliah Evolusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak penggunaan PhET Interactive Simulation pada mata kuliah evolusi terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa kelas 5A sebagai kelompok eksperimen pada mata kuliah Evolusi. Hasil belajar ini akan dibandingkan dalam bentuk hasil belajar antara kelas yang diberikan perlakuan pembelajaran menggunakan media ajar tambahan berupa *PhET Interactive Simulation* pada kelompok eksperimen, sementara kelompok kontrol tidak menggunakan PhET Interactive Simulation. Penerapan *PhET Interactive Simulation* dalam mata kuliah evolusi diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa semester 5 Pendidikan Biologi Universitas Bengkulu.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan kuasi eksperimen. Penelitian ini melibatkan kelompok kontrol, namun kelompok tersebut tidak sepenuhnya mampu mengendalikan variabel-variabel eksternal yang mungkin memengaruhi jalannya eksperimen. Desain penelitian yang diterapkan adalah Nonequivalent Control Group Design, di mana kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tidak dipilih secara acak. (Sugiyono, 2015).

Pada penelitian ini digunakan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen kelas 5A dan kelompok kontrol kelas 5B Mahasiswa pendidikan Biologi Universitas Bengkulu Tahun 2024 Sementara itu, untuk model pembelajaran kedua kelas disamakan, yakni model pembelajaran cooperative learning. Setelah perlakuan diberikan, dilakukan tes akhir berupa posttest untuk mengukur hasil belajar peserta. Desain penelitian yang digunakan adalah Nonequivalent Control Group Pretest-Posttest Design, di mana tes dilakukan sebelum (pretest) dan setelah (posttest) perlakuan pada kedua kelompok eksperimen dan kontrol disajikan pada gambar 1.



Keterangan :

B: Kelompok kontrol (5 B)

A : Kelompok eksperimen (5 A)

O: *Posttest* (Test akhir).

X: Perlakuan dengan menggunakan *PhET Interactive Simulation*.

Gambar 1. Desain penelitian *Nonequivalent control-group design*.

Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa. Dosen yang terlibat merupakan peneliti dalam studi ini. Sementara itu, mahasiswa yang menjadi subjek penelitian adalah seluruh mahasiswa kelas 5A dan 5B dari Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Bengkulu pada tahun ajaran 2024/2025.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes berupa pretest dan posttest. Instrumen yang digunakan terdiri dari lembar pretest dan lembar posttest, yang berisi soal-soal yang disusun sesuai dengan indikator pemahaman konsep. Soal tes yang dibuat sudah melewati uji validitas oleh ahli materi (Dosen Pendidikan Biologi).

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi uji normalitas, uji

homogenitas, uji Mann-Whitney, dan uji normal gain. Uji normalitas dilakukan untuk menguji apakah sebaran data mengikuti distribusi normal atau tidak. Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah varians data homogen atau tidak. Jika data normal dan homogen, analisis dilanjutkan dengan uji parametrik. Namun, jika data tidak normal atau tidak homogen, analisis dilanjutkan dengan uji non-parametrik, seperti uji Mann-Whitney. Uji Mann-Whitney digunakan untuk menguji hipotesis apakah diterima atau ditolak. Sementara itu, uji normal gain digunakan untuk mengukur selisih antara nilai *pretest* dan *posttest*, dengan menggunakan rumus:

$$N\text{ Gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$

Hasil perolehan normal gain kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan panduan Tabel kategori normal gain seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1.

Kriteria N-Gain Score.

Nilai N-Gain	Kategori
$G > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Hake, 1998 dalam Sudyana dan Deklin, 2016).

Kemudian, untuk persentase keefektifan normal gain dapat dilihat pada panduan Tabel persentase keefektifan normal gain seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2.

Kategori Tafsiran Efektivitas Gain.

Persentase (%)	Tafsiran
< 40	Tidak efektif
40 – 55	Kurang Efektif
56 – 75	Cukup efektif
>76	Efektif

(Arikunto, 1999 dalam Arini, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Belajar Mahasiswa

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi pembelajaran *higher order thinking* menggunakan PhET *Interactive Simulation* pada mata kuliah evolusi, ditemukan peningkatan dalam hasil belajar kognitif mahasiswa. Hasil belajar mahasiswa tersebut disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3.

Hasil Belajar Kognitif Kedua Kelas.

Kelas	Jumlah Mahasiswa	Rata – rata nilai <i>pretest</i>	Rata – rata nilai <i>posttest</i>
Kontrol	32	39,71	82,94
Eksperimen	34	39,41	85,29

Berdasarkan Tabel 3 tersebut dapat dilihat perbedaan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* kelas kontrol kelas dengan eksperimen. Pada kelas kontrol rata-rata nilai *pretest* sebesar 39,71 dan rata-rata nilai *posttest* 82,94. Sedangkan pada kelas eksperimen rata-rata nilai *pretest* yang didapat sebesar 39,41 dan rata-rata nilai *posttest* sebesar 85,29.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis sebaran datanya menggunakan uji normalitas, hasilnya disajikan dalam Tabel 4 berikut:

Tabel 4.
Hasil Uji Normalitas.

Kelas	Nilai Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	Df	Sig
Pretest Kelas Kontrol	,176	32	,038
Postest Kelas Kontrol	,325	32	,000
Pretest Kelas Eksperimen	,105	34	,316
Postest Kelas Eksperimen	,239	34	,000

Berdasarkan Tabel 4 hasil uji normalitas *pretest* kedua kelas tersebut, untuk kelas kontrol diperoleh *sig pretest* 0,038 dan *sig posttest* 0,00. Sementara itu, untuk kelas eksperimen diperoleh *sig pretest* 0,316 dan *sig posttest* 0,00. Dari keempat data tersebut, hanya nilai signifikansi (*sig pretest*) pada kelas eksperimen yang berdistribusi normal, karena memiliki nilai lebih besar dari 0,05. Sementara itu, nilai signifikansi (*sig posttest*) pada kelas eksperimen, serta *sig pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa data tersebut tidak berdistribusi normal. Data yang tidak berdistribusi normal dapat disebabkan oleh adanya *outliers*, yakni data dengan skor ekstrem baik ekstrem tinggi maupun ekstrem rendah.

Setelah melakukan uji normalitas, langkah selanjutnya adalah uji homogenitas untuk mengetahui apakah sebaran data pada kedua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, bersifat homogen atau tidak. Berikut ini adalah hasil uji homogenitas *pretest* untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5.
Hasil Uji Homogenitas *Pretest*.

Kelas	Df1	Df2	Rata- rata Sig.
Pretest Eksperimen dan Kontrol	1	64	,834

Berdasarkan Tabel 5 hasil uji homogenitas *pretest* kedua kelas tersebut, diperoleh hasil sebesar 0,834. Angka yang lebih besar dari 0,05 ini menunjukkan bahwa data dalam penelitian ini memiliki varians yang homogen. Walaupun varians data homogen, namun karena sebaran data tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal maka yang akan dilakukan adalah uji non parametrik (Sugiyono, 2012). Dilanjut dengan Tabel hasil uji homogenitas *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol pada Tabel 6 Berikut:

Tabel 6.
Hasil Uji Homogenitas *Posttest*

Kelas	Df1	Df2	Rata- rata Sig.
Posttest Eksperimen dan Kontrol	1	64	,792

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji homogenitas *posttest* pada kedua kelas menunjukkan nilai sebesar 0,792. Nilai tersebut melebihi dari 0,05, yang berarti data memiliki variasi yang homogen. Namun, karena data yang diperoleh tidak berdistribusi normal, maka akan dilakukan uji non-parametrik. Jika data populasi tidak berdistribusi normal atau mendekati normal, maka digunakan metode statistik non-parametrik. Salah satu uji non-parametrik yang dapat digunakan untuk data yang tidak berdistribusi normal adalah uji *Mann-Whitney*. (Suharmanto, 2021).

Berdasarkan uji *mann-withney* yang telah dilakukan, untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Pada uji ini, dilakukan perbandingan antara nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* di kedua kelas. Berdasarkan data hasil belajar sub materi seleksi alam yang diperoleh dari kedua kelas, hasil uji *Mann-Whitney* pada *pretest* untuk kelas eksperimen dan kontrol menunjukkan nilai *Asymp. Sig 2-tailed* sebesar 0,849 yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara nilai *pretest* pada

kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan kata lain, mahasiswa di kedua kelas memiliki kemampuan atau pemahaman awal yang serupa terhadap sub materi seleksi alam. Berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara nilai *pretest* antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen. Ini menunjukkan bahwa mahasiswa di kedua kelas memiliki pemahaman atau kemampuan awal yang sama terhadap sub materi seleksi alam. Kemudian, pada *Mann-Whitney posttest* kelas eksperimen dan kontrol dengan nilai Asymp. Sig 2 failed sebesar 0,724. Karena lebih dari 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak (Jumiarni dan Putri, 2020). Ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan pada nilai *posttest* mahasiswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Berdasarkan uji *Mann-Whitney posttest* kelas kontrol dan eksperimen, diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan pada nilai *posttest* mahasiswa di kelas kontrol dan eksperimen. Meskipun bahan ajar tambahan berupa PhET Interactive Simulation hanya diberikan pada salah satu kelas, kedua kelas sama-sama menunjukkan peningkatan hasil belajar yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan media pembelajaran PhET *Interactive Simulation* bukanlah satu-satunya faktor yang mempengaruhi peningkatan hasil belajar mahasiswa. Menurut Gunawan, dkk., (2018), hasil belajar dipengaruhi oleh motivasi. Motivasi dapat berasal dari faktor internal, baik dorongan dari dalam diri maupun faktor eksternal, seperti penyajian materi oleh guru dengan media yang beragam, penggunaan metode dan model yang sesuai, serta komunikasi yang interaktif, dapat mempengaruhi keberhasilan belajar. Oleh karena itu, meskipun ada penambahan bahan ajar di kelas eksperimen melalui penggunaan PhET *Interactive Simulation*, hasil belajar yang diperoleh oleh kedua kelas tetap menunjukkan tingkat yang sama yaitu kedua kelas sama tinggi.

Beberapa keterampilan dasar mengajar yang dikuasai oleh dosen diatas diduga sebagai salah satu faktor yang turut menyebabkan hasil belajar kognitif dikedua kelas berada pada kriteria tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Safitri dan Sontani (2016), keterampilan mengajar guru atau dosen memiliki pengaruh yang besar terhadap peningkatan hasil belajar siswa atau mahasiswa, karena di dalamnya mencakup penggunaan berbagai model, metode, serta bahan pembelajaran yang sesuai. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Prihandini dan Panduwinata (2022), yang menunjukkan bahwa keterampilan mengajar guru atau dosen memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa atau mahasiswa. Penerapan teknik pengajaran yang tepat dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar. Kemampuan inovatif guru atau dosen yang disesuaikan dengan karakteristik mata pelajaran akan mendorong siswa untuk mencapai kriteria ketuntasan minimal dan memperoleh hasil belajar yang lebih baik. Faktor-faktor seperti model, metode, dan bahan ajar yang digunakan memiliki pengaruh besar, namun keberhasilan hasil belajar juga sangat ditentukan oleh keterampilan guru atau dosen dalam melaksanakan proses pembelajaran.

b. Efektivitas Pembelajaran *Higher Order Thinking* Menggunakan *PhET Interactive Simulation* terhadap Hasil Belajar Kognitif

Untuk melihat intrepetasi peningkatan hasil belajar mahasiswa serta tingkat efektifitas penerapan *phet interactive simulation* dilanjutkan dengan uji N-Gain. Dari perhitungan N-Gain antara *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen, diketahui bahwa 20 mahasiswa mengalami peningkatan hasil belajar pada kategori tinggi, 12 mahasiswa pada kategori sedang, dan 2 mahasiswa pada kategori rendah. Rata-rata nilai N-Gain untuk kelas eksperimen tersebut disajikan dalam Tabel 7 berikut:

Tabel 7.

Hasil Uji N-Gain Kelas Eksperimen.

<i>Gain Score</i>	Kategori	<i>Gain Score (%)</i>	Efektifitas
0,79	Tinggi	79	Efektif

Berdasarkan Tabel 7, hasil perolehan rata-rata peningkatan nilai dari sebelum dan sesudah percobaan di kelas eksperimen adalah 0,79. Nilai ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman konsep di kelas tersebut dengan penerapan *phet interactive simulation* berada di kategori tinggi. Kemudian, rata-rata nilai N-gain dipersentasekan untuk melihat tingkat keefektifan

phet interactive simulation yang merupakan variabel bebas pada penelitian ini. Dengan angka rata-rata N-Gain pretest dan posttest sebesar 79% yang menurut Arikunto (1999) dalam Arini (2016) berada di kriteria efektif. Dimana menurut Arini (2019) efektifitas pembelajaran diartikan sebagai tingkat keberhasilan yang dicapai sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah direncanakan, dilihat berdasarkan respon positif mahasiswa serta ketuntasan dan peningkatan hasil belajar siswa. Telah diketahui bahwa penerapan pembelajaran berpikir tingkat tinggi menggunakan PhET Interactive Simulation terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif mahasiswa di kelas eksperimen.

Berdasarkan nilai N-Gain yang diperoleh, yaitu selisih antara nilai pretest dan posttest pada kelas eksperimen sebesar 0,79, nilai tersebut berada dalam rentang $g > 0,70$, yang dikategorikan sebagai kategori tinggi. Sesuai dengan pernyataan Hake (2002), nilai $g > 0,70$ termasuk dalam kategori tinggi. Selanjutnya, nilai N-Gain yang diperoleh dipersentasekan untuk mengukur tingkat keefektifan PhET Interactive Simulation sebagai variabel bebas dalam penelitian ini. Hasil persentase N-Gain yang diperoleh adalah 79%, yang menunjukkan bahwa PhET Interactive Simulation terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar. Yang dimana, Menurut Nasir et al, (2019) persentase keefektifan N-Gain jika $>79\%$ dikategorikan efektif.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa penggunaan *phet interactive simulation* terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa di kelas eksperimen. Hal tersebut dikarenakan *phet interactive simulation* memuat materi yang luas serta tampilan virtual yang menarik dan penggunaannya yang cukup mudah dapat menarik dan menambah minat mahasiswa untuk belajar. Selain itu, penelitian ini memberikan bukti yang kuat untuk menyimpulkan bahwa pada pembelajaran sub materi seleksi alam, hasil penelitian ini mengalami peningkatan yang signifikan terhadap hasil belajar mahasiswa walaupun terdapat perbedaan bahan ajar yang digunakan pada proses pembelajaran di kedua kelas.

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan secara statistik antara nilai awal kedua kelompok, yakni secara berurutan sebesar 39,71 dan 39,41. Begitu pula setelah pembelajaran, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai rata-rata *posttest* kelas kontrol dan eksperimen yakni secara berurutan sebesar 82,94 dan 85,29. Serta penggunaan pembelajaran *higher order thinking* menggunakan *phet interactive simulation* efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa di kelas eksperimen menunjukkan peningkatan hasil belajar dengan nilai N-Gain pretest dan posttest sebesar 79%. Peningkatan tersebut berada dalam kategori tinggi, dengan nilai N-Gain mencapai 0,79.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu atas dukungan, fasilitas, dan pendanaan yang diberikan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W.K. (2008). A Study of Education Simulation Part II-Interface Design. *Journal of Interactive Learning Research*, 19 (4): 551-577.
- Ainia, D.K. (2020). Merdeka Belajar dalam Pandangan Kii Hajar Dewantara dan Relevansinya bagi Pengembangan Pendidikan Karakter. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 3 (3): 95-101.
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi Kedua*. Jakarta: Bumi Aksara
- Arini, W. (2016). *Efektivitas Pembelajaran Konstektual Praktikum Mata Pelajaran Pemrograman WEB Siswa Kelas X. Skripsi*. (Universitas Negeri Yogyakarta)
- Dimiyati., & Mudjiono. (2015). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineksa Cipta.
- Dinni, H.N. (2018). HOTS (Higher Order Thinking Skills) dan Kaitannya dengan Kemampuan Literasi Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*.
- Gunawan, Lilik, K., & Lilik, S. H. (2020). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar Siswa*.

- Hake, R. R. (2002) "Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics with gender, high-school physics, and pretest scores on Mathematics and Spatial Visualization.," Physics Education Research Conference, 8(August 2002), hal. 1–14.
- Jumiarni, D., & Rendi, Z.E.P. (2020). Biostatistika. Bengkulu: UPP FKIP Universitas Bengkulu.
- Perkins. (2006). PhET: Interactive Simulation for Teaching and Learning Physics. The Physics Teacher, 44.
- Permendikbud Nomor 36 Tahun 2018.
- Prihandini, K.L., & Panduwina, L.F. (2022). Pengaruh Keterampilan Mengajar Guru terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Kepegawaian di SMK Negeri 2 Buduran Sidoarjo. Jurnal Pendidikan Tambusai, 6 (2): 13273-13284
- Ngaderman, H., Sinaga, E.S., Papilaya, E., & Saputrina, T.T. (2022). Pengenalan Aplikasi PhET Simulation sebagai Media Pembelajaran untuk Materi Konsep Getaran di SMA Teruna Bakti Waena Jayapura. Sipakaraya, 1 (1): 58-65.
- Muzana, S.R., Lubis, S.P.W., & Wirda. (2021). Penggunaan Simulasi PhET terhadap Efektivitas Belajar IPA. Jurnal Dedikasi Pendidikan, 5 (1): 227-236.
- Nasir, A. M., Sari, I. E., dan Yasmin, Y. (2019). Efektivitas Penerapan Model Realistic Mathematic Education (RME) dengan Menggunakan Alat Peraga Terhadap Prestasi Belajar. Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran, 2(1), 22- 32.
- Ngure, G., Begi, N., Kimani, E., & Mweru, M. (2014). Utilization Of Instructional Media For Quality Training In Pre-Primary School Teacher Training Colleges In Nairobi County, Kenya. Research journal's journal of education, 2 (2): 1-22.
- Nurhayati, F.S., & Mutmainnah. (2014). Penerapan Metode Demonstrasi Berbantuan Media Animasi Software PhET terhadap Hasil Belajar Siswa dalam Materi Listrik Dinamis Kelas X Madrasah Aliyah Negeri 1 Pontianak. Jurnal Pendidikan Fisika dan Aplikasinya, 4 (2): 1-7.
- Ruyani, A., & Zukmadini, A.F. (2017). Evolusi Biologi. Bengkulu: UNIB Press.
- Safitri, E., & Sontani, U.T. (2016). Keterampilan Mengajar dan Komunikasi Interpersonal Guru sebagai Determinan terhadap Motivasi Belajar Siswa. Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran, 1 (1): 144-153
- Saputra, H. (2016). Pengembangan Mutu Pendidikan Menuju Era Global: Penguatan Mutu Pembelajaran dengan Penerapan HOTS (High Order Thinking Skills). Bandung: Smiles's Publishing.
- Sugiyono. (2015). Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: Alfabeta.
- Suharmanto. (2021). Pengantar Biostatistik Aplikasi Analisis Data Penelitian Kesehatan. Yogyakarta : Pustaka Panesa.
- Suprijono. (2012). Cooperative Learning: Teori dan Aplikasi Paikem. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Wahid, A.H., & Kaerimah, R.A. (2018). Integrasi High Order Thinking Skills (HOTS) dengan Model Creative Problem Solving. Jurnal Program Studi PGMI, 5 (1): 82-98.
- Wuryaningsih, R., & Suharno. (2014). Penerapan Pembelajaran Fisika dengan Media Simulasi PhET pada Pokok Bahasan Gaya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII A SMPN 6 Yogyakarta. Prosiding Pertemuan Ilmiah Jateng dan DIY.
- Yamin, M., & Syahrir. (2020). Penggunaan Pendidikan Merdeka Belajar (Telaah Metode Pembelajaran). Jurnal Ilmiah Mandala Education, 6 (1): 126-136.