

Efektivitas Bahan Ajar IPA Berbantuan PhET dalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Hots Siswa SMP

Rai Sujanem^{1*}, I Nyoman Putu Suwindra²

^{1,2}Jurusan Fisika dan Pengajaran IPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

*rai_sujanem@undiksha.ac.id

ABSTRAK

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking* (hots) merupakan aspek sangat penting dalam pembelajaran. Realita, perolehan hots siswa SMP dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) masih rendah. Ada beberapa penyebab rendahnya hots, yaitu pembelajaran masih konvensional, proses pembelajaran kurang melatih hots, bahan ajar kurang memberi perolehan maksimal karena bahan ajar masih linear, kurang kontekstual dengan masalah sehari-hari yang kurang mencerminkan hots. Atas dasar ini dengan landasan teori konstruktivisme, pembelajaran online, tuntutan kurikulum, realita perolehan hots, serta ditunjang dengan analisis kebutuhan, maka dikembangkan bahan ajar IPA dengan berbantuan teknologi yang memberi peluang perolehan hots. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis efektivitas bahan ajar IPA berbasis masalah (biberma) berbantuan simulasi PhET untuk meningkatkan hots siswa. Bahan ajar ini digunakan pada ujicoba terbatas dalam model *blended problem-based learning* (BPBL). Bahan ajar ini dikatakan efektif untuk meningkatkan hots siswa jika memenuhi aspek: (1) terdapat peningkatan hots siswa secara signifikan, dan (2) peningkatan hots berkategori sedang. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas IX8 SMPN 6 Singaraja yang dipilih dengan teknik *random sampling*. Penelitian ini menggunakan desain quasi eksperimen satu kelompok *pre-test* dan *post-test*. Data dianalisis dengan *Paired-Test* dan *normalized gain* (N-gain, t-test). Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) pembelajaran dengan biberma berbantuan PhET dapat meningkatkan hots siswa; (2) rata-rata N-gain adalah 0,5 berkategori sedang. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa biberma berbantuan PhET efektif untuk meningkatkan hots siswa pada ujicoba terbatas dalam model BPBL.

Kata Kunci: Bahan ajar IPA berbasis masalah, BPBL, Hots, Simulasi PhET

1. PENDAHULUAN

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking* (hots) menjadi topik menarik dalam perkembangan IPTEKS abad 21. Perkembangan ini menuju era informasi dan ekonomi modern (Fannanta dkk., 2017; Prihatni dkk., 2016). Proses transformasi ini memunculkan seperangkat indikator sosial dan ekonomi modern yang menggambarkan perubahan transformasi struktural, perkembangan teknologi dan kompetisi di pasar kerja (Novili dkk., 2017). Pendidikan mempunyai peranan penting dalam setiap tindakan ini telah dimanfaatkan dalam pembelajaran (Griffin & Care, 2015; Jatmiko dkk., 2018; Sujanem dkk., 2020; Trilling & Fadel, 2009; Pratiwi dkk., 2019; Sujanem dkk., 2022). Pembelajaran abad 21 menuntut peserta didik memiliki *hots*. Salah satu pelajaran untuk melatih *hots* adalah pembelajaran IPA (Kemendikbud, 2016). Namun, kualitas pendidikan IPA ini masih rendah. Hasil studi PISA 2018 menunjukkan peringkat sains Indonesia pada 71 dari 79 negara (Gurría, 2019). Selanjutnya, hasil PISA 2022, secara global skor kemampuan siswa turun (OECD, 2023). Interpretasi hasil studi tersebut menyiratkan perlunya implementasi pembelajaran berorientasi *hots*. Dalam pembelajaran IPA, *hots* merupakan fondasi yang sesuai dengan hakikat IPA. Rendahnya *hots* dapat menimbulkan dampak yang kurang baik bagi pendidikan selanjutnya, oleh karena itu *hots* perlu dilatih pada siswa karena dengan *hots* memungkinkan siswa untuk menganalisis, pikiran dalam mengevaluasi pilihan dan mencipta kesimpulan yang cerdas. Sebuah saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya dapat dijadikan sebagai masukan dan pertimbangan untuk melakukan penelitian lebih lanjut, serta diharap kepada siswa harus terbiasa melakukan latihan soal *hots* pada materi IPA dan alangkah lebih baik mengerjakan soal yang lebih mudah terlebih dahulu agar tidak kehabisan waktu, dan siswa lebih baik lagi dalam memahami konsep perhitungan dan terbiasa dalam mendeskripsikan soal-soal hal tersebut merupakan hal yang penting dalam *hots*. Rendahnya hasil *hots* siswa juga ditunjang hasil penelitian tentang *hots* yang dilakukan oleh peneliti [Sujanem dkk., 2022; Sujanem dkk., 2023]. Studi pendahuluan *hots* siswa SMP dalam pembelajaran IPA di Singaraja juga rendah. Rendahnya *hots* siswa juga terjadi dari tahun ke tahun (Astuti dkk., 2017; Alti dkk., 2021).

Rendahnya *hots* siswa disebabkan karena rendahnya hakekat pembelajaran (Brooks & Brooks, 1993; Lawson, 1998). Pada proses pembelajaran, *hots* siswa kurang dikembangkan. Faktor penyebab rendahnya *hots* yaitu instrumen penilaian sebagian besar hanya mengukur aspek level kognitif pemahaman, belum banyak memuat level kognitif yang lebih komprehensif (Astuti dkk., 2017; Alti dkk., 2021). Pengemasan

bahan ajar IPA belum diorientasikan pada pencapaian *hots*. Pengemasan bahan ajarselama ini **masih bersifat linier**, yaitu: bahan ajar hanya menyajikan konsep, contoh dan latihan soal. Pada bahan ajar juga belum ada latihan soal-soal *hots*. Pada bahan ajar belum nampak adanya pengungkapan masalah tak terstruktur yang dikemas dalam simulasi atau video. Untuk itu akan dikemas bahan ajar IPA SMP yang berawal dari masalah tak terstruktur. Siswa diberi kesempatan untuk merumuskan masalah. Merumuskan masalah adalah salah satu indikator *hots*, indikator *hots* lainnya yaitu menganalisis, membandingkan, dan mencipta (Ariyana *et al*, 2018). Berdasarkan rumusan masalah siswa akan dapat mencari solusi atau pemecahan memberikan suatu argumentasi, menganalisis, membandingkan, melakukan percobaan, melakukan simulasi, membuat laporan, dan mempresentasikan hasil karya. Komponen-komponen menganalisis, membandingkan, mencipta/membuat karya serta laporan merupakan indikator *hots*. Kemasan dan implementasi bahan ajar semacam ini dilandasi paradigma *rote-learning*. Paradigma ini hanya mendorong siswa sekedar menghafal dengan kadar pemahaman yang rendah dan tidak menyediakan peluang untuk menumbuhkembangkan kbbk siswa. Untuk itu perlu dikemas **bahan ajar IPA berbasis masalah (biberma) yang mengintegrasikan PhET**. Seiring perkembangan teknologi, maka bahan ajar ini dirancang dalam pembelajaran berbasis masalah kombinasi tatap muka dan *online* atau *blended PBL (BPBL)* (Ibrahim & Nur, 2004; Arends, 2012; Donnelly & McSweeney, 2009; Moeller, 2010; Naidu, 2006; Sujanem *dkk*, 2018; Sari *et al*, 2021; Shofiyah & Fitri, 2018). Model ini menyediakan peluang perolehan *hots*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis efektivitas bahan ajar IPA berbasis masalah (biberma) berbantuan simulasi PhET untuk meningkatkan *hots* siswa. Bahan ajar ini digunakan pada uji coba terbatas dalam model *blended problem-based learning (BPBL)*. Biberma yang dikembangkan ini berisi fenomena IPA, masalah tak terstruktur, simulasi PhET, konsep esensial, contoh dan Latihan soal *hots*. *PhET* menyediakan simulasi interaktif menyenangkan dalam Pendidikan (Finkelstein, 2006; Finkelstein *dkk*, 2004; Finkelstein *dkk*, 2004).

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*Hots*)

Hots merupakan aspek sangat penting dalam proses belajar dan mengajar. *Hots* ini terdiri atas keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan berpikir kritis (Sparman, 2021). Selanjutnya Ramirez (2008) melakukan kajian *hots* Anderson & Krathwohl (2001) seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Dimensi proses kognitif

Kategori dan proses kognitif	Nama lain	Definisi
ANALYZE – memecahkan materi berdasarkan bagian-bagian konstituennya dan memutuskan bagian mana salingsaling berhubungan satu sama lain dan tujuan secara menyeluruh		
1. <i>differentiating</i>	<i>discriminating, distinguishing, focusing</i>	membedakan bagian yang relevan dan tidak relevan
2. <i>organizing</i>	<i>Finding coherence, integrating, outlining</i>	menentukan sudut pandang, bias, nilai, atau maksud yang melatarbelakangi materi.
3. <i>attributing</i>	<i>deconstructing</i>	memastikan bagaimana semua unsur cocok atau berfungsi dengan baik dalam struktur.
EVALUATE – membuat penilaian berdasarkan pada kriteria dan standard		
1. <i>checking</i>	<i>coordinating, detecting, monitoring, testing</i>	Menguji ketidakkonsistenan dalam suatu proses; mendeteksi efektivitas suatu prosedur pada saat diimplementasikan
2. <i>critiquing</i>	<i>judging</i> (menilai)	Menguji ketidakkonsistenan antara suatu produk dengan kriteria eksternal; mendeteksi kecocokan suatu prosedur untuk masalah tertentu.
CREATE – menggabungkan unsur-unsur yang terpisah untuk membentuk kesatuan yang koherens dan fungsional; menyusun kembali ke dalam suatu pola atau struktur.		
1. <i>generating</i>	<i>hypothesizing</i>	membentuk hipotesis lain berdasarkan kriteria tertentu.
2. <i>planning</i>	<i>designing</i> (merancang)	Membuat suatu langkah untuk menyelesaikan suatu tugas

3. <i>producing</i>	<i>constructing</i>	Menciptakan suatu produk
---------------------	---------------------	--------------------------

Proses belajar siswa pada level kemampuan berpikir tingkat tinggi tidak sekedar menghafal dan menyampaikan kembali informasi, melainkan dapat memahami dan menerapkan pengetahuan yang dipelajari di sekolah. Menurut Ariyana *et al* (2018), keterampilan berpikir tingkat tinggi berupa keterampilan menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan mencipta (*creating*). (Ariyana *dkk.*, 2018). Aspek- aspek dari kemampuan berpikir tingkat tinggi pada proses pembelajaran fisika ditinjau dari taksonomi Bloom yang telah direvisi, meliputi kemampuan menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6) (Anderson & Krathwol, 2010). Pengukuran kemampuan berpikir tingkat tinggi ini tidak terikat pada materi tertentu.

Lebih lanjut, menurut (Krathwohl, 2002), indikator untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi sebagai berikut. (1) Menganalisis: a) Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih sederhana untuk mengenali pola atau hubungan yang ada; b) Mampu mengenali dan membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah scenario yang rumit; c) Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan. (2) Mengevaluasi: a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya; b) Membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian; c) Menerima atau menolak sesuatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. (3) Mencipta: a) Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu; b) Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah; c) Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada.

HOTS diterapkan menyusul masih rendahnya peringkat *Programme for International Student Assesment* (PISA) dan *Trends in International Mathematics and Sciece Study* (TIMSS) dibandingkan dengan negara lain, sehingga standar soal ujian nasional dicoba ditingkatkan untuk mengejar ketertinggalan (Ariyana *dkk.*,2018).

2.2 Bahan Ajar IPA Berbasis Masalah (Biberma) terintegrasi Hots

Bahan ajar adalah semua alat bantu yang digunakan sebagai pendukung dan dalam pembelajaran. Bahan ajar merupakan perangkat ajar berupa materi pembelajaran untuk membahas **satu pokok bahasan**, dapat berupa cetak maupun non cetak. Bahan ajar dirancang dalam pembelajaran terkait materi tertentu. Dalam platform Merdeka Mengajar, bahan ajar juga dapat dikatakan sebagai materi pendukung dari modul ajar yang disertai dengan panduan penggunaan. Jenis bahan ajar adalah infografis, materi penjelasan, modul (termasuk buku saku), audio, video, artikel, serta poster (Kemendikbud, 2023).

Biberma terintegrasi dapat disusun berdasarkan format komponen di atas dengan mengacu pada buku Sains yang terintegrasi dengan *hots*. Sosok bahan ajar yang akan dibuat memuat komponen: Tujuan pembelajaran yang mencerminkan *hots* sesuai CP, bagian pendahuluan disajikan masalah kompleks tak terstruktur. Ada konsep esensial dan strategis. Selanjutnya disajikan contoh soal *hots*. Bahan ajar ini juga dilengkapi dengan LKPD yang berorientasi masalah dan terintegrasi dengan *hots*. Pada bagian akhir bahan ajar ini dilengkapi dengan Latihan soal sesuai dengan indikator *hots*.

2.3 Simulasi PhET

Dalam proses pembelajaran IPA, untuk memperkuat kegiatan laboratorium, dapat melalui "*PhET (Physics Education and Technology)*" (Finkelstein, 2006; Finkelstein *dkk.*, 2004; Finkelstein *dkk.*, 2004). Simulasi *PhET* sangat mudah untuk digunakan dan ramah pengguna, memberikan kesan yang positif, menarik, dan menghibur serta membantu penjelasan secara mendalam tentang suatu fenomena alam. Melalui simulasi *PhET* siswa dapat melakukan kegiatan penyelidikan.

2.4 Model Blended-PBL (BPBL)

Pengintegrasian ICT dalam dunia Pendidikan dilakukan sesuai kemas pembelajaran berbasis *BPBL* (Ibrahim & Nur, 2004; Arends, 2012; Donnelly & McSweeney, 2009; Moeller, 2010; Naidu, 2006; Sujanem *dkk.*, 2018; Sari *et al*, 2021; Shofiyah & Fitri, 2018). Model *BPBL* ini dirancang 5 fase sebagai berikut. Fase 1, tahap *online*, Guru menyampaikan ketentuan model *BPBL*, penyampaian tujuan, dan masalah tak terstruktur. Pada tahap ini, siswa mengakses secara berkelompok untuk membuat draft rumusan masalah berdasarkan masalah tak terstruktur yang ada di web. Fase 2, pada bagian tatap muka, Guru mengorganisasikan siswabelajar, memfasilitasi siswa mendiskusikan kembali rumusan masalah. Fase 3, pada tahap *online*, siswa merumuskan hipotesis, Pada tahap tatap muka, siswa melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan pemecahan masalah, dan melakukan analisis data. Fase 4, siswa merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan dan model secara *online*, dan

menyampaikan/mengirim hasil kerja kelompok, secara tatap muka dan *online*. Fase 5, evaluasi dan pembahasan terhadap hasil yang telah dipresentasikan secara *online*, melakukan refleksi, ada latihan soal *hots* yang dikirim melalui internet.

2.5 Penggunaan Biberma dalam model BPBL

Hots merupakan aspek sangat penting dalam proses belajar dan mengajar. Namun, realita yang ada perolehan *hots* siswa SMP masih rendah. Ada beberapa penyebab rendahnya *hots* siswa, yaitu pembelajaran yang masih konvensional, proses pembelajaran kurang melatih perolehan *hots*, bahan ajar yang digunakan juga kurang memberi perolehan *hots* secara maksimal karena bahan ajar yang digunakan hanya berisi konsep secara umum, contoh dan Latihan soal yang kurang mencerminkan *hots*. Atas dasar ini, maka dikembangkan bahan ajar yang memberi peluang perolehan *hots*. Bahan ajar dikemas dalam biberma berbantuan *PhET* ber model *BPBL*. Siswa akan menggunakan biberma untuk mengakses konsep-konsep IPA, serta dibantu simulasi *PhET*. Pada web, jalinan konsep disusun saling bertautan telah. Pembelajaran diawali dengan masalah riil tak terstruktur. Siswa merumuskan masalah riil ini nanti akan mengarah pada penyelesaian yang memerlukan pemahaman konsep, pemberian argumentasi, memecahkan masalah, serta mengambil keputusan, dan membuat kesimpulan, semuanya ini mengarah pada kinerja ilmiah yang merupakan indikator dari *hots*. Perolehan *hots* siswa juga dapat ditumbuhkan pada tahap membantu penyelidikan berupa kegiatan merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, memberikan argumen, melakukan analisis dan interpretasi. Selanjutnya, *hots* siswa juga dapat ditumbuhkan pada tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya dengan difasilitasi bahan ajar yang dikemas dalam biberma. Komponen *hots* yang muncul yaitu siswa mampu menganalisis, memberi argumen, mampu mempresentasikan, dan mengambil keputusan.

Pada bagian akhir penggunaan biberma berbantuan *PhET* dalam model *BPBL* ini adalah menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan. Pada bagian ini komponen *hots* dilatih melalui siswa memberikan solusi atau saran sesuai dengan masalah atau teori. Melalui penggunaan biberma berbantuan *PhET* dalam model *BPBL* yang telah tervalidasi ini siswa akan terlatih pencapaian *hots*, dengan demikian *hots* siswa akan meningkat setelah pengguna biberma.

Penelitian tentang keterampilan berpikir kritis (salah satu komponen *hots*) telah dilakukan melalui pengembangan e-modul dalam model *BPBL* Sujanem dkk. (2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikemas dalam e-modul berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *PBL* berpengaruh terhadap kemampuan *hots* siswa. Temuan Rofiah (2018), yaitu bahan ajar IPA berbasis *hots* dapat meningkatkan *hots* siswa. Selanjutnya, temuan Astikawati yaitu model *PBL* berpengaruh terhadap *hots* IPA terpadu. Temuan Sujanem dkk. (2018) menunjukkan bahwa bahan ajar dalam bentuk e-modul Ajar fisinberma berbantuan *PhET* dapat meningkatkan *hots* siswa.

3. METODE

Rancangan penelitian yang digunakan pada ujicoba terbatas ini adalah *one group pretest-posttes design* (Montgomery, 2001; Kerlinger, 2000; Fraenkel dkk., 2012)). Prosedur eksperimen dapat digambarkan sebagai berikut.

O1 × O2

Gambar: 1. Prosedur ujicoba *one group pretest dan posttest design*

Pada Gambar 1, simbol O1 dan O2 adalah *pretest* dan *post-test* yang menyatakan *hots*. Simbul × adalah biberma berbantuan *PhET* dalam *PBL online*. Analisis data menggunakan teknik deskriptif kualitatif, uji-t berpasangan, dan gain ternormalisasi (*N-gain*). Data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah perbedaan skor hasil *posttest* dan *pretest* (*gain-score*).

Subjek penelitian ini adalah bahan ajar IPA berbasis masalah (biberma) berbantuan *PhET* dalam model *BPBL* yang diujicobakan kepada siswa kelas IX8 SMPN 6 Singaraja. Pemilihan kelas sebagai kelas ujicoba dilakukan secara *random*. Data *hots* siswa dikumpulkan dengan menggunakan instrumen tes *hots*. Pengumpulan data dilakukan sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) mengikuti pembelajaran. Masing-masing item tes mengacu pada indikator, mencakup aspek meliputi kemampuan menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6) (Anderson & Krathwol, 2010).

Efektivitas biberma berbantuan *PhET* diperiksa berdasarkan *gain* normalisasi atau *N-gain* (Hake, 1998) antara *pre-test* dan *post-test* pada hasil tes *hots* tersebut. Biberma berbantuan *PhET* dalam model *BPBL* dikatakan efektif untuk meningkatkan *hots* jika memenuhi aspek *effectiveness*. Aspek *effectiveness*, data dianalisis secara deskriptif yang diindikasikan bahwa terdapat peningkatan kbk siswa secara signifikan pada $\alpha = 5\%$, dan peningkatan kbk berkategori sedang. Kriteria *N-gain*, yaitu: *N-gain* termasuk

kategori tinggi jika $g \geq 0,7$; kategori sedang jika $0,3 < g < 0,7$, dan kategori rendah jika $g \leq 0,3$. Untuk menentukan signifikansi peningkatan *hots* digunakan uji-t berpasangan (Fraenkel dkk., 2012). Teknik analisis data Uji-t berpasangan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Paket Statistik SPSS versi 25. Sebelum peneliti menggunakan teknik analisis data ini, ada persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu uji normalitas (Arikunto, 2010). Pengujian normalitas data digunakan uji Kolmogorov-Smirnov (Priyatno, 2012).

4. TEMUAN DAN DISKUSI

4.1 Temuan

Hasil tes *hots* siswa terdiri atas *pretest* dan *posttest* yang diperoleh melalui tes keterampilan berpikir tingkat tinggi (*hots*) sebanyak 15 soal. Indikator yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis, evaluasi dan mencipta. Analisis data dalam penelitan ini dideskripsikan berdasarkan indikator HOTS dengan menggunakan taksonomi bloom yang dijadikan acuan dalam penelitian ini (analisis, evaluasi dan mencipta).

Nilai rata-rata pretes dan postes *hots* pada materi listrik statis, listrik dinamis, dan induksi magnet untuk kelompok ujicoba terbatas pada kelas IX8 SMPN 6 Singaraja ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata pretes dan postes

Uraian Skor	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
Skor terendah	13,3	46,7
Skor tertinggi	53,3	66,7
Slor Rata-rata	31,38	57,81
Standar deviasi	8,3773	4,6559
Skor ideal	100	100
Jumlah siswa	29	29

Pada Tabel 1 terungkap bahwa nilai rata-rata *hots* sebelum pembelajaran (*pre-test*) pada materi listrik statis, listrik dinamis, dan induksi magnet adalah 31,38 termasuk kategori kurang. Setelah pembelajaran dengan biberma berbantuan PhET dalam model BPBL, nilai rata-rata *hots* (*post-test*) siswa adalah 57,81 dengan kategori baik.

Berdasarkan nilai pretes dan postes, maka dapat ditentukan nilai rata-rata *gain hots*, yaitu 0,4. Dengan mengacu pada kriteria Hake (1998), maka *N-gain* sebesar 0,4 tersebut termasuk kategori peningkatan sedang. Dengan demikian, ditinjau dari peningkatan *hots* siswa, penggunaan biberma berbantuan PhET ini dapat dikatakan efektif. Ini berarti bahwa penerapan biberma berbantuan PhET efektif meningkatkan *hots* siswa.

Untuk menentukan signifikansi peningkatan *hots* antara hasil *pretest* dan *posttest*, maka perlu diuji perbedaan rata-rata *hots*. Pengujian ini dilakukan dengan uji-t berpasangan (Sugiyono, 2012). Hipotesis yang diuji adalah hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa tidak ada peningkatan *hots* siswa antara hasil *pre-test* dan *post-test*, sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menyatakan bahwa ada peningkatan dalam *hots* siswa antara hasil *pre-test* dan *post-test*; pada tingkat signifikansi (α) dalam penelitian ini adalah 0,05. Uji perbedaan rata-rata dengan uji-t berpasangan dilakukan dengan SPSS versi 25. Kriteria untuk penolakan H_0 adalah bahwa jika signifikansi (*2-tailed*) atau p-nilai uji-t berpasangan kurang dari 0,05 (Priyatno, 2012). Persyaratan untuk menggunakan uji-t berpasangan adalah bahwa data harus terdistribusi normal. Analisis statistik yang digunakan untuk menguji normalitas data adalah Uji Kolmogorov-Smirnov. Jika H_0 diterima, berarti data mengikuti fungsi distribusi normal. Itu akan terjadi jika nilai signifikansi *p-value* lebih besar dari 0,05 (Priyatno, 2012). Pengujian normalitas data juga digunakan SPSS. Hasil uji normalitas untuk data Pretes siswa kelas IX8 SMPN 6 Singaraja adalah 0,055. Hasil uji normalitas untuk data Postes adalah juga 0,115. Karena semua harga *Asymp.Sig* > 0,05, yang artinya terima H_0 . Jadi, semua data dalam penelitian berdistribusi normal.

Hasil Uji-t berpasangan menunjukkan bahwa signifikansi (*2-tailed*) atau *p-value* statistic Uji-t untuk pasangan (*pretest* dan *posttest*) pada siswa kelas IX8 SMPN 6 Singaraja ditunjukkan pada Tabel 2.

Table 2. Hasil uji-t berpasangan antara skor Pre-Test and Post-Test

Data	Mean	Std. Deviation	df	p (2-tailed)
Ujicoba terbatas	-26,43103	6.41366	28	0.0000

Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa nilai p untuk hasil uji-t berpasangan dari skor *pre-test* dan *post-test hots* adalah $< 0,05$ dan secara keseluruhan memiliki nilai negatif. Ini berarti ada perbedaan yang signifikan (secara statistik) dalam *hots* siswa antara sebelum dan sesudah penggunaan biberma berbantuan PhET. *Hots* siswa lebih tinggi sesudah penggunaan biberma berbantuan PhET dibandingkan dengan sebelum penggunaan biberma berbantuan PhET. Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa nilai p untuk hasil uji-t berpasangan dari skor *pre-test* dan *post-test hots* adalah $< 0,05$ dan memiliki nilai negatif. Ini berarti ada perbedaan yang signifikan (secara statistik) dalam *hots* siswa antara sebelum dan sesudah penggunaan biberma berbantuan PhET dalam model BPBL. Dengan demikian, H_0 yang menyatakan bahwa tidak ada peningkatan *hots* bagi siswa antara uji awal dan hasil uji akhir dinyatakan ditolak. Dengan demikian, maka H_1 yang menyatakan bahwa ada peningkatan *hots* bagi siswa antara hasil *pretest* dan hasil *posttest* dinyatakan diterima. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan biberma berbantuan PhET dapat meningkatkan *hots* materi listrik statis, listrik dinamis, dan induksi magnet secara signifikan ($p < 0,05$).

4.2 Diskusi

Pencapaian *hots* siswa seperti dideskripsikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tingkat *hots* siswa pada pretes pada ujicoba terbatas termasuk kategori kurang, dan tingkat *hots* siswa setelah menggunakan biberma berbantuan PhET dalam model BPBL mencapai kategori baik. Berdasarkan *N-gain*, *hots* siswa kelas IX SMP telah meningkat dengan gain 0,4 kategori peningkatan sedang. Di lain pihak analisis *hots* siswa telah meningkat secara signifikan. Oleh karena itu, penggunaan biberma berbantuan PhET ini efektif untuk meningkatkan *hots* siswa. Hal ini sejalan dengan temuan dari penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa model pembelajaran PBL yang terbukti dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam *hots* siswa sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ramdiah, 2018). Hal ini sejalan dengan teori skema yang menyatakan bahwa ketika individu merekonstruksi informasi, dia mengadaptasi pengetahuan yang ada dalam pikirannya (Santrock, 2017). Biberma berbantuan PhET dalam model BPBL menyediakan peluang mengembangkan *hots* siswa. Pada biberma berbantuan PhET dalam model BPBL telah dikemukakan contoh-contoh merumuskan masalah kontekstual, cara memberi argumentasi, cara menganalisis data secara induktif, maupun menganalisis masalah, melakukan evaluasi dan melakukan penciptaan dalam pembelajaran IPA. Melalui Latihan praktikum secara virtual dengan simulasi *PhET* memberi peluang siswa belajar melalui praktikum atau percobaan. Pengemasan materi yang terintegrasi dengan TIK yang dikemas dalam biberma berbantuan PhET dalam model BPBL ini dapat memberikan peluang bagi pencapaian jenjang pendidikan yang lebih tinggi.

Implementasi dari biberma berbantuan PhET dalam model BPBL adalah pembelajaran kontekstual dan bermakna bagi siswa. Hal ini sejalan dengan teori skema yang menyatakan bahwa ketika seseorang merekonstruksi informasi, orang beradaptasi dengan pengetahuan sebelumnya yang sudah ada dalam pikirannya (Santrock, 2017). Selain itu, salah satu teori belajar yang menekankan pentingnya pembelajaran bermakna adalah konstruktivis teori yang menyatakan bahwa peserta didik harus menemukan dan mentransformasikan informasi yang kompleks jika mereka ingin informasi untuk menjadi mereka sendiri, dengan mempertimbangkan informasi baru terhadap aturan lama dan mengubah aturan ketika mereka tidak lagi berguna (Slavin, 2009). Berfokus pada teori konstruktivis, peran guru dalam pembelajaran hanya sebagai fasilitator. Penerapan biberma berbantuan PhET dalam model BPBL dalam pembelajaran IPA menekankan bahwa siswa harus secara aktif membangun sendiri pengetahuan dan pemahaman. Untuk membangun informasi yang bermakna dan relevan bagi siswa, guru harus memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan atau menerapkan ide-ide mereka sendiri, dan secara sadar menerapkan strategi mereka sendiri untuk belajar. Dengan demikian, pencapaian hasil belajar yang berkaitan dengan *hots* pada dasarnya didukung oleh landasan teoritis rasional. Seperti data *pretest* dikemukakan di atas, *hots* siswa adalah 31,38 dengan kategori kurang. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh bahwa setelah pembelajaran dengan penggunaan biberma berbantuan PhET dalam model BBL, rata-rata perolehan *hots* siswa 57,81 termasuk kategori sedang. Secara umum *hots* siswa meningkat sebesar 0,4. Ketika digunakan peningkatan ternormalisasi (*N-gain*), peningkatan *hots* adalah sama dengan 0,4 peningkatan ini termasuk kategori sedang.

Berdasarkan hasil uji perbedaan rata-rata antara *pretest* dan *posttest* menggunakan uji-t berpasangan seperti yang dikemukakan di atas, ditemukan bahwa penerapan biberma berbantuan PhET dapat meningkatkan *hots* siswa secara signifikan, pada $\alpha = 0,05$. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa penggunaan biberma berbantuan PhET dalam model BPBL termasuk efektif. Hal ini menunjukkan bahwa belajar melalui berma berbantuan PhET dalam model BPBL mampu mengembangkan *hots* siswa.

Pengintegrasian ICT dalam dunia pendidikan, khususnya berkaitan dengan kemasn berma berbantuan PhET dalam model BPBL membawa revolusi baru dan memberi peluang pencapaian *hots* yang lebih tinggi. Pengintegrasian ICT dalam dunia pendidikan, khususnya berkaitan dengan kemasn biberma berbantuan PhET dalam model BPBL membawa revolusi baru dan memberi peluang pencapaian *hots* dan hasil belajar yang lebih tinggi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil di atas ada beberapa kesimpulan yang bisa ditarik seperti berikut. (1) Bahan ajar IPA berbasis masalah (biberma) berbantuan PhET dalam model BPBL dapat meningkatkan secara efektif *hots* siswa kelas IX SMP. (2) Peningkatan *hots* telah meningkat dengan *N-gain* 0,4 termasuk kategori tingkat sedang. Berdasarkan hasil uji-t berpasangan menunjukkan bahwa *hots* siswa telah meningkat secara signifikan dengan $\alpha=0,05$ setelah mereka mendapat pembelajaran yang menerapkan biberma berbantuan PhET dalam model BPBL.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami tim peneliti menghaturkan banyak terimakasih kepada yth. Kepala sekolah SMP Negeri 1 dan SMP Negeri 6 Singaraja, yang telah memberikan izin pelaksanaan penelitian dengan nomor surat kontrak penelitian Nomor: 1304/UN48.16/LT/2024. Kami juga menghaturkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bpk/Ibu Guru IPA SMP Negeri 1 dan SMP Negeri 6 Singaraja sebagai tim pelaksana penelitian.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Alti, R. P., Lufri, Helendra, H., & Yogica, R. (2021). Pengembangan Instrumen asesmen berbasis literasi sains tentang materi keaneragaman hayati kelas X. *Journal for Lesson and Learning Studies*. 4(1): 53-58
- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. (2001). *A taxonomy for learning,teaching, and assessing* New York: Longman.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach, Ninth Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Arikunto S 2010 *Dasar-dasar evaluasi pendidikan* [The Basics of educational evaluation](Jakarta: Bumi Aksara)
- Astuti, O. W., Zulyusri, & Putri, D. H. (2017). Pengembangan Instrumen Asesmen Berbasis Literasi Sains pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII Semester II. (*Develompent of the Scientific Literacy Assessment Based on Science Subjects Class VIII Semester II*). *Journal Biosains*. 1(2): 227-234.
- Brooks, J.G., & Brooks, N.G. (1993). *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development
- Donnelly, R. & McSweene, F. (2009). *Applied e-learning and e-teaching in higher education*. New York: Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Fananta, M. R., Widjiasih, A. E., Setiawan, R., Hanifah, N., Miftahussururi, Nento, M. N., Akbari, Q. S., & Ayomi, J.M. (2017). *Materi Pendukung Literasi Sains Gerakan Literasi Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Finkelstein, N. (2006). "Hightech Tools For Teaching Physics:The Physics Education Technology Project". *Merlot journal of online learning and teaching*. Vol. 2 (3): 110-121.
- Finkelstein, N.D., Perkins, K.K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2004). "Can Computer Replace Real Equipment in Undergraduate Laboratories?", Physics Education Research Conference Proceedings. Tersedia pada http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/papers/Finkelstein_PER C1.pdf
- Finkelstein, N.D., Adams, W., Keller, C.J., Kohl, P., Podolefsky, N., & Reid. (2005). "When learning about the real world is better done virtually: A Study of substitutingcomputer simulation for laboratory equipment". *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*. Tersedia pada di <http://prst-per.aps.org/abstract/PRSTPER/v1/i1/e010103>
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2009). *How to Design and Evaluate Research in Education* (7th ed.). New York:McGraw-Hill.
- Griffin, P. & Care, E. (2015). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*. New York: Springer.
- Gurría, A. (2019). *Programme for international student assessment 2 PISA 2018 resultsin focus*. OECD Secretary-General.
- Hake R R (1998) Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand student survey of mechanics test data *American Journal of Physics* **66(1)** 64–74
- Ibrahim, M., & Nur, M. (2004). *Pembelajaran berdasarkan masalah*. Unesa-UniversityPress. Surabaya.
- Jatmiko, B., Prahani, B.K., Supardi, M.Z.A.I., Wicaksono, I., Erlina. N., Pandiangan, P.,Rosyid., A., Zainuddin. (2018). The Comparison of OR-IPA Teaching Model and Problem Based Learning Model

- Effectiveness to Improve Critical Thinking Skills of Pre-Service Physics Teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 15 (4), 300- 319.
- Kemendikbud, 2016. *Panduan Pembelajaran untuk Sekolah Menengah Pertama*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kemendikbud. (2023). *Perbedaan Modul Ajar, Bahan Ajar, dan Modul Proyek*. Tersedia pada <https://pusatinformasi.kolaborasi.kemdikbud.go.id/hc/en-us/articles/5010165576089-Perbedaan-Modul-Ajar-Bahan-Ajar-dan-Modul-Projek>
- Kerlinger, F.N. (2000). *Asas-asas penelitian Behavioral. Terjemahan : Foundation behavioral research, oleh L Simatupangh, L., R. & Koesoemanto, H.J.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Lawson, A.E. (1998). *Science Teaching and The Development of Thinking*. California: Wadworth Publishing Company.
- Moeller, S., Spitzer, K. & Sprecksen, C. (2010). How to configure blended problem based learning—Results of a randomized trial. *Medical Teacher* 2010; 32: e328–e346
- Montgomery, D.C. (2001). Design and analysis of experiment. 5th edition. Ne York: John Wiley & Sons.
- Naidu, S. (2006). E-Learning: A Guidebook of Principles, Procedures and Practices. 2nd Ed. *Electronic Book pp:1-2*.
- Novili, W. I., Setiya U., Duden Saepuzaman., & Saeful K. (2017). Penerapan Scientific Approach dalam Upaya Melatihkan Literasi Saintifik dalam Domain Kompetensi dan Domain Pengetahuan Siswa SMP pada Topik Kalor. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*. 8(1):57-63
- OECD (2023), *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework, PISA*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>.
- Pratiwi, N. P. W., Dewi, N. L. P. E. S., & Paramartha, A. A. G. Y. (2019). The Reflection of HOTS in EFL Teachers ' Summative Assessment. *Journal of Educational Research and Evaluation*, 3(3), 127–133.
- Prihatni, Y., Kumaidi, & Mundilarto. (2016). Pengembangan instrumen diagnostik kognitif pada mata pelajaran IPA di SMP. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 20(1), 111–125. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpep/article/view/7524>
- Priyatno D 2012 *Belajar Praktis Analisis Parametrik dan Non Parametrik dengan SPSS & Prediksi Pertanyaan Pendarasan Skripsi dan [Practical learning about parametric and nonparametric analysis with spss & the prediction of questions and discussion of thesis]* (Yogyakarta: Penerbit Gava Media)
- Ramdiah, Siti. *dkk*. (2018). Problem-Based Learning Generates Higher Order Thinking Skills Of Tenth Graders In Ecosystem Concept. *JBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*. 4(1), 29-34.
- Ramirez, R.P.B., & Ganaden, M.S. (2008). Creative activities and students' higher order thinking skills. *Education Quarterly*. 66(1), 22-33.
- Santrock, J. W. (2017). *Educational psychology*. McGraw-Hill Education.
- Sari, R.B., Haris, A., & Aziz, A. (2021). Studi Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika di SMA. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, 17(1), 57-68.
- Shofiyah, N., dan Fitri E. W. (2018). Model Problem Based Learning (PBL) dalam Melatih
- Sparman, U. (2021). *Bagaimana Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (Hots) Peserta Didik*. Bnadar Lampung: Pusaka Media.
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2020). The Effectiveness of Problem- Based Interactive Physics E-Module on High School Students' Critical Thinking. *Journal of Physics: Conf.* 1503 (2020) 012025
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2022). Efektivitas E-Modul Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi PhET dalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 12(2), 181-191.
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2018). Efektivitas E-modul Fisinbermadalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMAN 2 Singaraja. *Prosiding Seminar Nasional Riset Inovatif (SENARI) Undiksha Ke-6*. 2018, 666-670.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass/Wiley.