



Pengembangan E-LKPD Berbantuan PhET Simulation Berbasis *Problem Based Learning* untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis

Fitri Nur Hidayah, Dimas Permadi*

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung, Indonesia

*Corresponding Author: dimas.permadi@fkip.unila.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-worksheet berbasis PBL yang valid, praktis, dan efektif pada materi pemanasan global. E-worksheet dikembangkan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. E-LKPD dibuat menggunakan aplikasi Flip PDF Corporate. Penelitian ini menggunakan Design & Development Research (DDR) dengan empat tahapan DDR yaitu analisis, desain, pengembangan, dan evaluasi. Hasil validasi produk yang dilakukan secara ahli sebelumnya memiliki kategori sangat valid dengan skor rata-rata 3,43. Lembar kerja elektronik PBL berbantuan simulasi PhET untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, secara praktis digunakan sebagai bahan ajar topik pemanasan global untuk siswa semester XI genap berdasarkan penilaian yang diperoleh dari tes keterbacaan, tes respon guru, dan tes respon siswa dengan persentase 78 %. Lembar kerja elektronik berbasis PBL berbantuan simulasi PhET untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis efektif digunakan sebagai bahan ajar karena berdasarkan hasil pretest dan posttest dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dengan kategori N-Gain rendah dengan skor adalah 0,22.

Kata Kunci: berpikir kritis; E-worksheet; PBL

PENDAHULUAN

Belajar pada abad dua puluh satu merupakan zaman pengetahuan dengan peningkatan pengetahuan yang luar biasa. Hal ini ditandai dengan berbagai macam kemajuan teknologi yang mulai diterapkan dalam pembelajaran di sekolah. Pembelajaran pada abad 20 menerapkan beberapa keterampilan yaitu kreativitas, berpikir kritis, kerjasama, keterampilan memecahkan masalah, keterampilan komunikasi, keterampilan sosial, dan keterampilan karakter. Akibatnya, siswa harus menguasai keterampilan abad 21 agar dapat berperan dalam dunia pendidikan. Salah satu keterampilan yang perlu dikuasai siswa dan terkait dengan pendidikan adalah berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas yang merupakan 4C pembelajaran dan inovasi. Pembelajaran saat ini mengadaptasi situasi pada kurikulum 2013 yang lebih menekankan pada suatu masalah sehingga siswa diajarkan bagaimana memecahkan masalah. Keterampilan berpikir ini terkait dengan Keterampilan Belajar dan Inovasi, salah satunya adalah berpikir kritis.

Teknologi informasi dan komunikasi saat ini sangat penting dalam sistem pendidikan global. Kemampuan untuk menggunakan dan memasukkan teknologi ke dalam proses belajar mengajar untuk meningkatkan pembelajaran siswa yang bermakna adalah contoh terbaik dari integrasi teknologi dalam pendidikan (Keengwe dan Georgina, 2012). Di era revolusi industri keempat, di mana IoT (Internet of Things) memegang peranan penting dalam segala hal, teknik pembelajaran online atau e-learning telah mengubah pembelajaran konvensional. Kemajuan tersebut harus diikuti dalam bidang pendidikan. Pembelajaran yang tidak



tergantung ruang dan waktu serta tersedia 24/7 hanyalah salah satu dari banyak keuntungan (Pangondian, dkk., 2019). Untuk memudahkan guru dalam menyajikan dan menjelaskan materi pelajaran di kelas, teknologi informasi dan komunikasi dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran di lembaga pendidikan.

Salah satu materi pembelajaran kurikulum 2013 di SMA/MA kelas XI semester II adalah Pemanasan Global. Menurut Gautier, et. al (2006) mahasiswa masih bingung membedakan antara fenomena penipisan lapisan ozon dan pemanasan global. Siswa hanya mengetahui tetapi tidak dapat menjelaskan secara detail bagaimana dampak pemanasan global terhadap lingkungan. Banyak siswa yang masih belum percaya bahwa pemanasan global dan perubahan iklim akan berdampak signifikan bagi kehidupan manusia. Pembelajaran tentang materi global warming tidak boleh dianggap remeh hanya karena materinya tidak mengandung persamaan matematika, karena penentuan materi ini masuk dalam kurikulum 2013, artinya menanamkan kesadaran pada generasi muda dalam menghadapi masalah lingkungan dan menumbuhkan jiwa kreatif untuk menciptakan inovasi. memitigasi dampak pemanasan global (Tami et al., 2016).

Sebagaimana dinyatakan oleh Pemerintah Republik Indonesia dalam Kurikulum 2013, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menyatakan menganalisis gejala pemanasan global, efek rumah kaca, dan perubahan iklim serta dampaknya terhadap kehidupan dan lingkungan, serta mengemukakan gagasan /gagasan untuk mengatasi masalah gejala pemanasan global dan dampaknya terhadap lingkungan. Kehidupan dan lingkungan menjadi kompetensi dasar yang harus dicapai oleh siswa. Untuk mencapai kompetensi dasar kurikulum 2013, diperlukan peran TI untuk menciptakan media dan bahan ajar yang dapat mendukung pembelajaran di sekolah. Dengan kemajuan teknologi saat ini, sebagian besar siswa semakin tertarik dengan materi pembelajaran yang menggabungkan media lain, seperti ponsel, komputer pribadi, daripada di lembar kerja cetak (Haryanto, dkk., 2019). Menurut Haryanto dkk. (2020), lembar kerja elektronik dapat digunakan untuk membantu dan memfasilitasi kegiatan belajar mengajar sehingga dapat terbentuk interaksi yang efektif antara siswa dan guru dalam rangka meningkatkan aktivitas siswa dan meningkatkan hasil belajar.

Peneliti melakukan penelitian pendahuluan dengan menyebarkan kuesioner dan melakukan wawancara dengan guru. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika di sekolah belum ada LKS berbasis PBL materi pemanasan global kemudian karena adanya pandemi Covid-19 kegiatan praktikum hingga saat ini untuk tahun pelajaran 2021/2022 belum dilaksanakan. Kegiatan praktikum belum dilaksanakan, maka dari itu peneliti mencoba memberikan solusi alternatif lain dari kegiatan laboratorium konvensional yaitu berupa kegiatan laboratorium virtual dengan menggunakan teknologi yaitu

dibantu oleh Simulasi PhET, di mana PhET menyoroti hubungan antara kejadian praktis dan penelitian yang mendasarinya, mendorong pendekatan konstruktif, menawarkan umpan balik, dan menawarkan kondisi kerja. Keuntungan PhET simulasi adalah dapat melakukan eksperimen secara ideal, yang tidak dapat dilakukan dengan menggunakan alat nyata.

Karena mereka dapat berinteraksi langsung dengan media, simulasi PhET juga dapat mendorong siswa untuk lebih aktif, mengembangkan keterampilan mereka, dan berpikir lebih kritis tentang ide-ide yang dipelajari sebelumnya. Memanfaatkan media simulasi PhET ini membantu siswa menemukan solusi untuk suatu masalah. Hal ini menunjukkan bahwa memasukkan materi simulasi PhET yang mendalam ke dalam kelas dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan dan mempertajam pemikiran kritis mereka (Abdurrahman,



dkk., 2019).

Penelitian ini menggunakan model Problem Based Learning . PBL (pembelajaran berbasis masalah) memungkinkan siswa menumbuhkan rasa ingin tahu mereka untuk menggali lebih dalam pengetahuan yang ada. Pembelajaran ini juga membuat siswa mampu belajar mandiri dari masalah yang diberikan. Sehingga proses pencarian dan pemecahan masalah yang dapat membangun kemampuan berpikir siswa. Kaitan antara pembelajaran PBL dengan kemampuan berpikir kritis adalah dengan menggunakan PBL guru dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa karena siswa akan menggunakan pengetahuan awal terkait indikator berpikir kritis, seperti memberikan penjelasan sederhana dan mengembangkan keterampilan dasar, ketika mereka melakukan pemecahan masalah. (Astuti, dkk., 2018) . Model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa antara lain dengan menyajikan masalah kepada siswa dan mendorong mereka untuk berinisiatif bertanya, menemukan konsep, dan belajar secara mandiri (Afrizon, dkk., 2012) . Menurut Setyorini, dkk., (2011), model PBL yang menuntut siswa untuk memecahkan masalah secara berkelompok merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah siswa.

Dengan demikian, model pembelajaran PBL dinilai mampu mengkonstruksi kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan peneliti dengan menyebarkan angket dan wawancara guru terkait cara penyampaian materi pemanasan global di sekolah, hasilnya menunjukkan bahwa guru masih menggunakan metode ceramah dalam mengajarkan materi pemanasan global dengan menggunakan bahan ajar yang disediakan oleh pemerintah. yaitu buku cetak dan media pembelajaran. dalam bentuk power point. Sehingga kemampuan berpikir kritis siswa belum terlatih. Berdasarkan angket yang telah dibagikan kepada dua puluh siswa, data menunjukkan bahwa 65% siswa tidak menggunakan LKS materi pemanasan global, 60% siswa diajari materi pemanasan global oleh guru menggunakan buku cetak, 47,1% siswa masih menemukannya. sulit untuk memahami materi pemanasan. Secara global, 80% siswa yang tertarik dengan materi pemanasan global di sekolah diajarkan dengan e-worksheet berbantuan simulasi PhET.

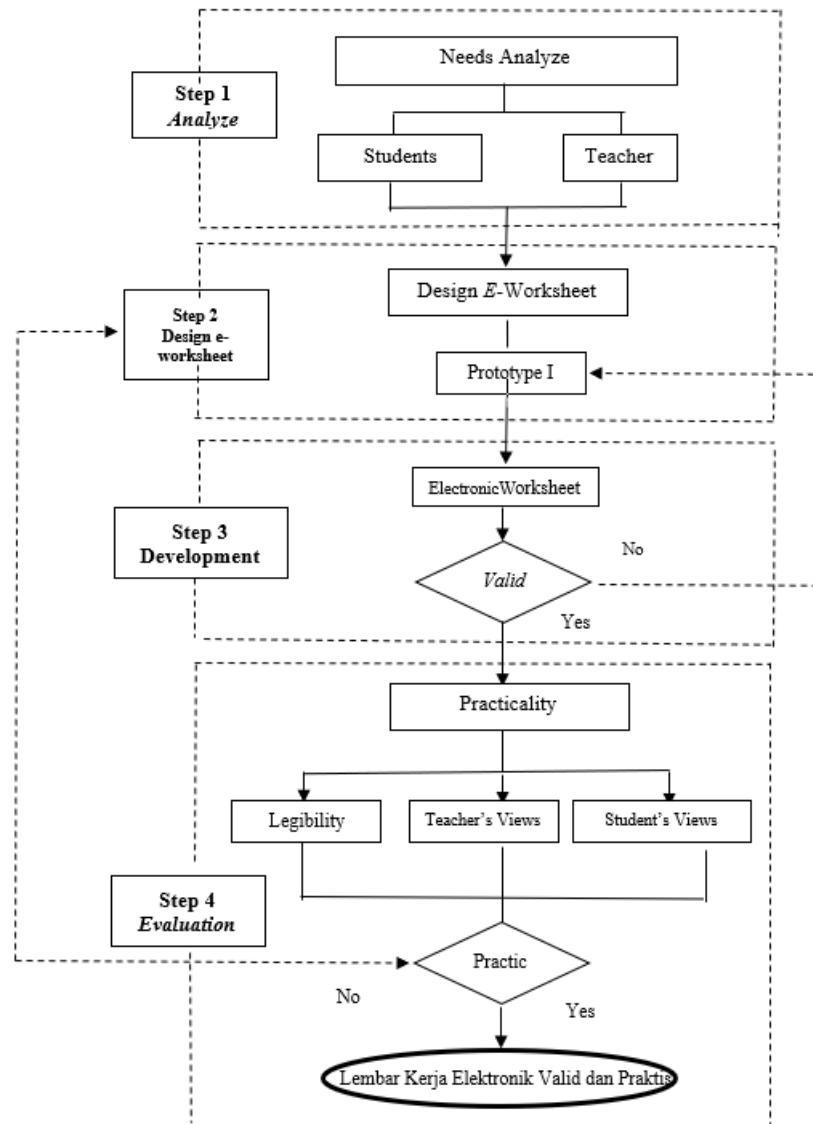
Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan , di SMAN 1 Seputih Agung belum tersedia LKS elektronik berbasis PBL pada materi pemanasan global. Padahal berdasarkan beberapa penelitian, model pembelajaran berbasis masalah dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Maharani, dkk., 2016). Dengan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berpusat pada siswa dan siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih mendalam dengan memecahkan masalah dengan pengetahuan yang baru diperolehnya (Maharani, dkk., 2016). Pembelajaran fisika pada materi pemanasan global memerlukan media pendukung e-worksheet untuk membantu siswa memahami topik pemanasan global dengan mudah dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Peneliti tertarik menggunakan PBL dengan harapan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mengingat adanya peningkatan dan perbedaan tersebut.

METODE

Desain dan Prosedur Penelitian

Design and Development Research (DDR) yang dimodifikasi oleh Richey & Client (2007) digunakan dalam penelitian ini. Prosedur pengembangan penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti untuk membuat suatu produk. Penelitian peneliti mengikuti prosedur penelitian Richey, *et al.*, (2007), yang terdiri dari empat tahap: analisis, desain, pengembangan, dan evaluasi. Penelitian *one group pretest-posttest*

digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini untuk menguji sampel. Pada tanggal 22 April 2022 penelitian dilakukan di SMAN 1 Seputih Agung. Hanya ada satu kelompok eksperimen yang hadir. Kelompok eksperimen menerima *pretest* dan *posttest*.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Untuk mengidentifikasi potensi masalah yang ada di sekolah, dilakukan analisis kebutuhan dengan mewawancarai dan menyurvei siswa dan guru kelas XI. Data yang dikumpulkan sebagai hasil dari analisis kebutuhan berfungsi sebagai dasar untuk penelitian. Analisis kebutuhan mengkaji data tentang model pembelajaran yang digunakan, penerapan LKS dalam pembelajaran, keterampilan yang diajarkan, dan pelaksanaan kegiatan praktikum. Informasi yang dikumpulkan dalam survei pendahuluan ini diperiksa dan digunakan sebagai dasar untuk penelitian.

Tahap Desain. Produk dibuat berdasarkan analisis kebutuhan dan indikator yang harus



dipenuhi yaitu e-worksheet berbasis PBL untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis. E-worksheet ini dibuat untuk materi pemanasan global untuk kelas XI SMA. Pada titik ini diputuskan untuk menggunakan Phet Simulation untuk membuat lembar kerja siswa elektronik berbasis PBL.

Tahap Pengembangan. Selama tahap pengembangan, rangkaian e-worksheet akan dibuat. Produk yang dikembangkan divalidasi oleh seorang validator yang terdiri dari dua orang dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu orang guru fisika SMA. Validator melakukan uji validasi produk seperti uji material dan konstruksi, serta uji media dan desain produk.

Tahap Evaluasi. Uji kepraktisan, jika sudah dianggap valid atau layak dapat dilakukan yang terdiri dari keterbacaan, tanggapan guru, dan tanggapan siswa. Uji kepraktisan dilakukan untuk mengetahui respon guru terhadap e-worksheet yang dikembangkan, dan mengetahui respon siswa terhadap hal-hal yang diperoleh setelah mengerjakan e-worksheet.

Pengumpulan Data dan Instrumen

Validasi e-worksheet menggunakan instrumen lembar tes validasi dengan mata pelajaran yang dituju yaitu dua dosen pendidikan fisika Universitas Lampung dan satu guru fisika SMA dengan produk validator menentukan kategori validitas masing-masing aspek yang mengacu pada kategori yang dikemukakan oleh Ratumans dan Laurens (2011: 131).

Kepraktisan penggunaan instrumen angket tes keterbacaan siswa dengan subjek yang dituju adalah siswa SMAN 1 Seputih Agung kelas XI IPA 3, analisis data yang dilakukan adalah membuat rekapitulasi hasil penilaian tes keterbacaan produk dari siswa, menghitung skor dari hasil penilaian tes keterbacaan siswa, dan menentukan kategori produk keterbacaan siswa dengan mengadaptasi kategori yang dikemukakan oleh Arikunto (2011: 34).

Angket tes respon guru dengan mata pelajaran yang dituju yaitu guru fisika kelas XI SMAN 1 Seputih Agung, analisis data yang dilakukan adalah menghitung skor penilaian respon guru, menentukan kategori respon guru dengan menyesuaikan kategori yang diajukan oleh Arikunto (2011: 34). Angket respon siswa dengan cara memberikan angket kepada siswa yang telah mengerjakan e-worksheet, analisis data yang dilakukan adalah membuat rekapitulasi hasil penilaian tes implementasi produk dari siswa, menghitung skor hasil penilaian, menentukan kategori respon siswa dengan mengadaptasi kategori yang dikemukakan oleh Arikunto (2011: 34).

Analisis data

Tabel 1. Konversi Skor Uji Validasi

Interval Skor Hasil Penilaian	Kriteria
$3 \leq \text{skor} < 4$	Sangat Valid
$2 \leq \text{skor} < 3$	Valid
$1 \leq \text{skor} < 2$	Kurang Valid
$0 \leq \text{skor} < 1$	Tidak Valid

Riyani dkk., (2017).

Hasil jawaban pada angket dianalisis menggunakan analisis persentase berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan dibawah ini:



$$p = \frac{\text{Rata - rata skor yang didapat}}{\Sigma \text{Total}}$$

Tabel 2. Konversi Skor Uji Kepraktisan

No.	Persentase	Kriteria
1.	0,00%-20%	Kepraktisan sangat rendah/ tidak praktis
2.	20,1%-40%	Kepraktisan rendah/ kurang praktis
3.	40,1%-60%	Kepraktisan sedang/ cukup praktis
4.	60,1%-80%	Kepraktisan tinggi/ praktis
5.	80,1%-100%	Kepraktisan sangat tinggi/ sangat praktis

Arikunto (2011: 34)

Hasil pengisian angket kepraktisan dianalisis menggunakan persamaan menurut Sudjana (2005) di bawah ini.

$$\%p = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\Sigma \text{Total}} \times 100\%$$

Data uji efektivitas

1. Uji *Paired Sample T Test*

Uji *paired sample T test* adalah uji perbedaan dua rata-rata untuk sampel yang memiliki data berdistribusi normal, yang data keduanya berpasangan karena dimiliki oleh orang yang sama (Suyatna, 2017: 19). Uji *paired sample T test* dilakukan menggunakan SPSS dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : rata-rata posttest = rata-rata pretest

H_1 : rata-rata posttest > rata-rata pretest, dengan kriteria uji:

Nilai Sig. atau nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak

Nilai Sig. atau nilai probabilitas > 0,05 maka H_0 diterima

2. Uji *N-Gain*

Uji *N-Gain* adalah uji untuk mengetahui perbandingan peningkatan nilai rata-rata *posttest* dengan nilai rata-rata *pretest*. Skor uji *N-Gain* didapatkan menggunakan persamaan berikut.

$$\langle g \rangle = \frac{(S_f - S_i)}{(100 - S_i)}$$

Skor menunjukkan skor dari *N-Gain* yang didapat. Pengkonversian skor terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konversi Skor Uji *N-Gain*

Skor g	Kriteria
$N-gain \geq 0,7$	High
$0,7 > N-gain \geq 0,3$	Medium
$N-gain < 0,3$	Low

(Hake, 1998)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis pengembangan ini meliputi produk, uji validitas, uji keterbacaan, respon siswa, dan respon guru. Produk hasil penelitian pengembangan ini dipresentasikan berupa LKS elektronik dengan PBL berbantuan PhET Simulation menggunakan aplikasi Flip PDF Corporate seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Tampilan E-Worksheet menggunakan Flip PDF Corporate

Validasi Produk. Uji validasi produk dilakukan dengan uji ahli media dan desain serta uji ahli materi dan struktur oleh tiga orang ahli. Penilaian uji ahli media dan desain terdiri dari aspek kualitas teknis dan aspek kualitas desain. Kemudian aspek materi dan konstruk terdiri dari kesesuaian isi dan pembelajaran.

Tabel 4. Hasil Validasi Lembar Kerja Elektronik

TIDAK.	Aspek yang diperhatikan	Skor Penguji Rata-Rata	Klasifikasi
Media & Desain			
1.	Kualitas Teknis	3.50	Sangat Valid
2.	Kualitas Desain	3.49	Sangat Valid
Bahan dan Konstruksi			
1.	Kompatibilitas Konten	3.35	Sangat Valid
2.	Sedang belajar	3.41	Sangat Valid
Rata-rata		3.43	Sangat Valid

Ada dua komponen angket validasi produk, yaitu aspek media dan desain serta aspek materi dan konstruk. Kuesioner dengan pernyataan dan empat skala evaluasi 1) kurang baik, 2) kurang baik, 3) baik, dan 4) sangat baik digunakan untuk melakukan uji validitas. Aspek media dan desain dinilai dari segi tampilan dan fungsionalitas fitur produk. . Penampilan suatu produk mengacu pada identitas isi produk secara keseluruhan. Aspek media & desain mendapatkan nilai rata-rata 3,49 yang dikategorikan sangat valid. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa tampilan produk yang dikembangkan memiliki e-worksheet dengan aspek media dan desain



menurut Walker & Hess dalam Arsyad, (2016). Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan, e-worksheet juga dapat dioperasikan dengan mudah oleh pengguna. Aspek validasi produk selanjutnya adalah aspek material dan konstruk. Aspek materi dan konstruk menilai kesesuaian tujuan pembelajaran, materi, indikator pembelajaran, struktur kalimat, dan bahasa yang digunakan dalam penulisan produk. Aspek materi dan konstruk memperoleh nilai rata-rata 3,38 dari skala 4 dibandingkan aspek sebelumnya skor yang diperoleh lebih kecil. Hal ini dikarenakan ada perbaikan yang dilakukan diantaranya kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran. Nilai yang diperoleh pada aspek materi dan konstruk juga termasuk dalam kriteria sangat valid. Hal ini dikarenakan dalam e-worksheet terdapat kesesuaian penyajian pembelajaran dengan model PBL, tujuan pembelajaran yang sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar, serta petunjuk penggunaan e-worksheet yang cukup jelas sehingga dapat dipahami. Pendukung dalam hal validitas produk pada aspek materi dan konstruk. Rata-rata gabungan dari kedua hasil tersebut adalah 3,43, yang dianggap sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas media, desain, bahan, dan konstruksi e-worksheet yang dibuat sudah baik. Peneliti juga telah menerapkan beberapa saran validator untuk penyempurnaan. Validasi produk dilakukan oleh tiga orang validator, diantaranya seorang ahli pendidikan fisika Universitas Lampung, dan seorang guru dari SMAN 1 Seputih Agung. Hasil validasi produk secara keseluruhan menyatakan e-worksheet memenuhi kriteria sangat valid, sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran. Produk selanjutnya diuji kepraktisan, uji respon guru, uji respon siswa, dan uji keefektifan. Setelah e-worksheet dinyatakan valid dan dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa, selanjutnya dilanjutkan dengan uji kepraktisan. Uji kepraktisan dilakukan kepada siswa setelah mengerjakan LKS elektronik. Uji kepraktisan terdiri dari uji keterbacaan produk, tanggapan siswa, dan tanggapan guru. Uji keterbacaan dilakukan dengan menggunakan kuesioner dengan skala Likert menggunakan bantuan googleforms. Uji keterbacaan menghasilkan persentase rata-rata 76% yang dikategorikan praktis. Hal ini menunjukkan bahwa e-worksheet dirancang agar mudah dipahami oleh siswa. Respon siswa dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner respon yang dibagikan kepada siswa setelah mereka menyelesaikan e-worksheet. Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui bahwa produk yang dikembangkan dapat memudahkan siswa dalam memahami topik pemanasan global dan juga melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil tes respon siswa mendapatkan rerata persen sebesar 73% yang tergolong baik. Hal ini menunjukkan bahwa e-worksheet yang dibuat mudah dipahami oleh siswa. Persentase yang diperoleh dari tes respon siswa paling rendah dari komponen lainnya yang dapat disebabkan oleh siswa yang telah menggunakan e-worksheet merespon apa adanya dari apa yang dialami baik dari segi penampilan maupun dalam menilai pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir kritis. .

Respon guru diperoleh dari angket respon guru yang diberikan kepada guru fisika kelas XI di SMAN 1 Seputih Agung. Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui bagaimana respon guru terhadap produk e-worksheet yang dikembangkan. Hasil angket respon guru memiliki persentase kategori sangat baik sebesar 85%. Hal ini menunjukkan bahwa produk dapat digunakan selama pembelajaran. Hasil uji kepraktisan e-worksheet merupakan gabungan skor yang diperoleh dari tes keterbacaan, tes respon siswa, dan respon guru, sehingga dapat dianalisis menggunakan persamaan di bawah ini (Arikunto, 2011:34).

$$\%p = \frac{Score}{\sum Total} \times 100\%$$

Produk praktis merupakan salah satu tujuan dari penelitian ini, yang diperoleh dari hasil



uji keterbacaan dan respon siswa yang dilakukan terhadap 30 siswa yang telah menggunakan e-worksheet dalam pembelajaran materi pemanasan global, dan hasil respon guru. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh hasil uji kepraktisan yaitu rata-rata dari 3 komponen adalah 78% dengan kriteria praktis.

Uji keefektifan dilakukan dengan memberikan pretest sebelum siswa mengerjakan e-worksheet, dan posttest setelah siswa mengerjakan e-worksheet. Data yang diperoleh kemudian diuji yang terdiri dari uji distribusi normal, T sampel berpasangan, N-gain dan uji ukuran efek.

Tes Distribusi Normal. Hasil uji distribusi normal yang dilakukan pada data nilai pretest dan posttest dengan menggunakan one sample Kolmogorov-Smirnov test tercantum dalam tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Uji Distribusi Normal

Parameter	Pretes	Posttest
Asimp. Sig (2-ekor)	0,110	0,468

Nilai signifikansi pada Tabel 5 lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa hasil pretest dan posttest berdistribusi normal. Penggunaan Paired Sample T dimungkinkan karena diketahui bahwa data terdistribusi secara normal. Tabel 6 menampilkan hasil uji-T sampel berpasangan.

Tabel 6. Hasil T Sampel Berpasangan

Hasil Posttest-Pretest
Berarti 7.467
Std Deviasi 8.709
Sig (2-ekor) 0,000

Nilai signifikansi pada Tabel 6 adalah 0,000 yang kurang dari 0,05, sehingga setelah menerapkan pembelajaran e-worksheet, rata-rata skor posttest lebih tinggi secara signifikan daripada pretest. berarti. Fakta bahwa e-worksheet telah dirancang sedemikian rupa sehingga menyesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis pada setiap tahapan dapat berkontribusi pada peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Indikator memberikan penjelasan sederhana yang dituangkan dalam e-worksheet yang mengarahkan siswa untuk menjawab pertanyaan tentang dampak pemanasan global. Pada awal kegiatan pada e-worksheet siswa diberikan 3 video tentang dampak atau akibat pemanasan global, siswa diminta untuk menjawab pertanyaan terkait materi pemanasan global pada ketiga video tersebut.

Aspek PBL adalah orientasi masalah dengan indikator kemampuan berpikir kritis yang dilatihkan yaitu memberikan penjelasan sederhana yang dituangkan dalam e-worksheet berupa mengarahkan siswa untuk berdiskusi dan menjawab pertanyaan tentang aktivitas manusia yang dapat menyebabkan pemanasan global. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanti dan Suwu (2016) bahwa Problem Based Learning dapat membantu siswa meningkatkan kemampuan berpikir kritisnya, melalui kegiatan bertanya dan menjawab pertanyaan, serta menganalisis dan memecahkan masalah baik secara kelompok maupun individu. Menurut Astuti, dkk., (2018), guru dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan menggunakan pembelajaran PBL karena ketika mereka melakukan proses pencarian pemecahan masalah yang diberikan, mereka akan menggunakan sistem berpikirnya yaitu



pengetahuan. Langkah pertama dalam menjelaskan indikator berpikir kritis adalah memberikan penjelasan sederhana. Aspek PBL yaitu pengorganisasian siswa dengan indikator berpikir kritis yang dilatih yaitu memberikan penjelasan sederhana yang dituangkan dalam e-worksheet berupa membagi siswa menjadi beberapa kelompok kemudian siswa diminta berdiskusi dengan teman kelompok untuk berdiskusi, menjawab pertanyaan, dan berbagi pendapat tentang kegiatan manusia. yang dapat menyebabkan pemanasan global. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuan *et. al* (EL-Shaer, 2014) yang menyatakan bahwa siswa yang belajar dengan model PBL menunjukkan peningkatan yang lebih besar dalam keterampilan berpikir kritis, memotivasi mereka untuk belajar, dan memberikan kesempatan untuk berbagi pendapat. dengan orang lain. Piaget dan Vigotsky dalam Ibrahim dan Nur (2000) juga menyatakan bahwa melakukan diskusi kelompok dengan anggota yang heterogen dapat membantu menurunkan proses berpikir siswa akademik. Diskusi yang dilakukan bersama dalam satu kelompok menjadi pedoman dalam meningkatkan kemampuan berpikir mereka. Menurut Masek dan Sulaiman (2011) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa PBL secara teoritis mendukung pengembangan berpikir kritis siswa dengan desain pembelajaran yang digunakan.

Aspek PBL adalah melakukan investigasi dengan indikator kemampuan berpikir kritis yang dilatihkan yaitu membangun keterampilan dasar yang direpresentasikan dalam e-worksheet berupa siswa melakukan percobaan dibantu PhET Simulation di lapangan. efek rumah kaca dan lapisan kaca, kemudian siswa diarahkan untuk menjawab soal-soal yang telah disajikan dalam e-worksheet. E-worksheet berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan. Pada aspek ini, siswa melakukan percobaan dan mempertimbangkan hasil percobaan yang telah dilakukan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanti dan Suwu (2016) bahwa Problem Based Learning dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa, melalui bertanya dan menjawab pertanyaan, menganalisis dan memecahkan masalah baik secara kelompok maupun individu. Selain itu, penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk mempelajari materi kapan saja dan dapat diulang sampai siswa memahami konsep (Lubis, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Safarati (2017) menunjukkan bahwa penggunaan media PhET adalah mampu membantu siswa memahami konsep visual dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa pada fenomena yang tergolong abstrak. Aspek PBL yaitu menyajikan hasil kerja dengan indikator kemampuan berpikir kritis yang dilatihkan yaitu membuat penjelasan lebih lanjut dan membuat kesimpulan yang dituangkan dalam e-worksheet berupa siswa diarahkan untuk melakukan presentasi secara berkelompok tentang hasil percobaan yang dilakukan. telah dilakukan dan mengajukan pertanyaan jika ada hal-hal yang kurang jelas. belum dipahami. Siswa dituntut untuk dapat menjelaskan hasil penyelidikan yang telah dilakukan. Menurut Rahimi dan Sajed (2014), kegiatan berpendapat disertai dengan logika, mengasumsikan pertanyaan dengan benar, berhati-hati dalam menarik kesimpulan, dan mengaitkan pendapat dengan kehidupan faktual dapat mengakomodasi keterampilan berpikir kritis. Kegiatan PBL memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis sebagai langkah menuju pemecahan masalah dan menarik kesimpulan berdasarkan apa yang mereka pahami menurut Anugraheni (2018). Aspek PBL yaitu menganalisis dan mengevaluasi pemecahan masalah dengan indikator berpikir kritis yang dilatihkan yaitu mengatur strategi dan taktik yang direpresentasikan dalam e-worksheet berupa siswa diminta untuk memberikan cara, solusi atau hal-hal yang dapat dilakukan sebagai siswa agar mampu. mengurangi dampak pemanasan global dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan pendapat Istiatutik (2017) yang memposisikan model PBL sebagai cara menggali informasi pembelajaran yang menampilkan suatu masalah nyata yang dapat memicu



siswa untuk menyelidiki kemudian mencari solusi dari masalah tersebut dan dalam penyampaianya melalui kelompok. pendekatan pemecahan masalah. Seperti yang telah dijelaskan, hasil ini mendukung dari penelitian lain bahwa e-worksheet berbasis PBL pada materi pemanasan global efektif untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Tes N-Gain dulu dilakukan dengan menggunakan rata-rata pretest & nilai rata-rata posttest, sehingga diperoleh skor sebagai berikut.

$$\langle g \rangle = \frac{(S_f - S_i)}{(100 - S_i)}$$

$$\langle g \rangle = 0,22$$

Peningkatan kemampuan berpikir kritis pada penelitian ini dinilai rendah dengan uji N-Gain. Nilai rata-rata posttest meningkat sangat tipis dari nilai rata-rata pretest, yang menyebabkan rendahnya N-Gain. Hal ini karena soal pada pretest dan posttest sebanding, yang mungkin berdampak pada skor N-Gain. Karena sampel hanya diberikan sedikit waktu untuk memahami pelajaran, memiliki N-Gain yang rendah, dan juga karena sulit untuk mengikuti pelajaran. Selain itu, PET sebagai media pembelajaran juga memiliki keterbatasan dalam penggunaannya seperti keterbatasan kemampuan mahasiswa dalam menjalankan simulasi PhET itu sendiri, perlunya penguasaan TIK oleh guru. Hal ini sejalan dengan pendapat Ouahi, dkk., (2020) yang menyatakan bahwa PhET Simulation memiliki beberapa keterbatasan yaitu kebutuhan akan alat elektronik seperti smartphone, komputer dan seterusnya. Perlu juga ditingkatkan kemampuan guru dan siswa dalam menjalankan simulasi di kelas. Ketika semua itu telah berhasil diatasi, maka pembelajaran aktif, kondusif dan menyenangkan di kelas dapat terwujud.

SIMPULAN

LKS elektronik yang valid untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa disusun berbasis PBL yang diawali dengan menampilkan video dan fenomena terkait dampak pemanasan global, kemudian dilengkapi dengan simulasi PhET untuk menampilkan simulasi praktikum secara virtual tentang efek rumah kaca. Kemudian, dengan skor rata-rata 3,43, e-LK berbasis PBL berbantuan simulasi PhET untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa dinyatakan sangat valid, e-LK berbasis PBL berbantuan simulasi PhET untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, secara praktis digunakan sebagai bahan ajar pada topik pemanasan global untuk berdasarkan penilaian yang diperoleh dari siswa SMA kelas XI semester genap berdasarkan penilaian yang diperoleh dari tes keterbacaan, tes respon guru, dan tes respon siswa dengan persentase 78%, e-worksheet berbasis PBL berbantuan simulasi PhET untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis efektif digunakan sebagai bahan ajar karena berdasarkan hasil pretest dan posttest berpotensi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dengan N-Gain sebesar 0,22 dalam kategori rendah.

REFERENSI

- Abdurrahman, Yani, A., & Tawil, M. (2019). Pengaruh Pembelajaran Simulasi Virtual PhET Ditinjau dari Gender Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI SMA N 2 Makassar. Universitas Negeri Makassar.
- Afrizon, R., Ratnawulan, & A, F. (2012). Peningkatan perilaku berkarakter dan keterampilan berpikir kritis siswa kelas IX MTsN Model Padang pada mata pelajaran ipa-fisika menggunakan model problem based instruction. *Jurnal Penelitian Pembelajaran*



Fisika, 1-16.

- Anugraheni, I. (2018). Meta Analisis Model Pembelajaran Pembelajaran Berbasis Masalah . *Jurnal Bahasa, Sastra, Budaya, dan Pendidikan POLYGOT*, 11-12.
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Pendekatan Praktis*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arsyad, A. (2016). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Astuti, S., Danial, M., & Anwar, M. (2018). Pengembangan LKPD Berbasis PBL (Problem Based Learning) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Tinjauan Pendidikan Kimia (CER)* , 90-114.
- El-Shaer, HG (2014). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Disposisi Berpikir Kritis, Perolehan dan Retensi Pengetahuan Siswa. *Jurnal Praktek Pendidikan* , 47-48.
- Gautier, C., K, D., & S, R. (2006). Kesalahpahaman tentang Efek Rumah Kaca. California: *Jurnal Pendidikan Geosains*.
- Haryanto, A., Ernawati, M., & Wiwik, D. (2020). E-Worksheet Keterampilan Pengolahan Sains Menggunakan Kvisoft Flipbook. *Jurnal Internasional Teknik Online dan Biomedis (iJOE)* , 46–59.
- Haryanto, A., Ernawati, M., Wiwik, D., Syahri, Wilda, & Sanova, A. (2019). E-Worksheet Menggunakan Kvisoft Flipbook: Keterampilan Proses Sains Dan Sikap Siswa. *Jurnal Internasional Riset Ilmiah & Teknologi* , 1073–1079.
- Ibrahim, M., & Nur, M. (2000). Pengajaran Berdasarkan Masalah. Surabaya: UNESAUniversity Press.
- Istiatutik. (2017). Penerapan Metode Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pelajaran Ekonomi. *Jurnal Pendidikan : Riset Dan Konseptual*, 45.
- Keengwe, J., & Georgina, D. (2012). Lokakarya pelatihan kursus digital untuk pembelajaran dan pengajaran online. *Pendidikan dan Teknologi Informasi* , 365–379.
- Maharani, LD, Maharta, N., & Sesunan, F. (2016). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH UNTUK MENUMBUHKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA. *Jurnal pembelajaran Fisika* , 148-149.
- Masek, A., & Sulaiman, Y. (2011). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis: Teoritis Dan Empiris. *Jurnal Ilmu Sosial Asia* , 215-221.
- Ouahi, BM, Ait, HM, Hassouni, T., & Al Ibrahim, EM (2020, Juni). Pendapat guru Maroko terhadap penggunaan simulasi PhET dalam belajar mengajar fisika - Kimia. Kolokium dalam Sains dan Teknologi Informasi, CIST , hlm. 274–278.
- Pangondian, Roman, A., Santosa, Paulus, I., & Nugroho, E. (2019). Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Kesuksesan Pembelajaran Daring Dalam Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains* , 56–60.
- Rahimi, A., & Sajed, MA (2014). Interaksi antara Pedagogi Kritis dan Pemikiran Kritis: Ikatan teoretis dan kepraktisan. *Ilmu Procedia-Sosial dan Perilaku* , 41-45.
- Ratumanan, TG, & Laurent, T. (2011). Hasil Penilaian Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan. (edisi ke-2). Surabaya: Unesa University Press.



- Richey, Rita, C., Klein, & James D. (2007). *Desain dan Pengembangan Metode Penelitian, Strategi, dan Isu*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Riyani, R., Maizora, S., & Hanifah. (2017). Uji Validitas Pengembangan Tes Untuk Mengukur Kemampuan Pemahaman Relasional Pada Persamaan Materi Kuadrat Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)* , 60-65.
- Safarati, N. (2017). Efek Model Scientific Inquiry Menggunakan Media PhET dan Keterampilan Berpikir Kritis Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. Universitas Negeri Medan.
- Setyorini, U., S, E. Sukiwo., & B, Subali. (2011). Penerapan Model Problem Based Learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* , 52-66.
- Susanti, AE, & Suwu, SE (2016). Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX dalam Pelajaran Ekonomi. *Jurnal POLYGLOT* , 66-81.
- Tami, S., Kolis, FR, & Khoirunika, S. (2016). Pembuatan Permainan Ular Tangga Fisika sebagai Media Pembelajaran pada Materi Pemanasan Global untuk Siswa SMP. *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek* , 675-678.