

PEMBELAJARAN FISIKA DENGAN MODEL PBL-ONLINE UNTUK MENINGKATKAN ARGUMENTASI ILMIAH PESERTA DIDIK SMA

LEARNING PHYSICS WITH PBL-ONLINE MODELS TO IMPROVE SCIENTIFIC ARGUMENTS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Fica Kartika Ratnaning Santoso*, Budi Jatmiko

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Ketintang, Gayungan, Surabaya, 60231, Indonesia

*email: fica.18012@mhs.unesa.ac.id

Disubmit: 18 Mei 2022, Direvisi: 28 Mei 2022, Diterima: 01 Juni 2022

Abstrak. Pembelajaran online selama pandemi cenderung berlangsung satu arah. Pemilihan model pembelajaran selama pembelajaran online sangat penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keefektifan pembelajaran fisika dengan model *PBL-online* untuk meningkatkan argumentasi ilmiah peserta didik SMA. Penelitian ini adalah *pre-eksperimental* dengan desain penelitian *one group pre-test post-test*. Sampel yang digunakan berjumlah 60 peserta didik SMAN 1 Krian menggunakan teknik *cluster random sampling* yang terbagi dalam dua kelas eksperimen tanpa adanya kelas kontrol. Pengumpulan data menggunakan instrumen berupa soal pre-test dan post-test keterampilan argumentasi ilmiah, lembar keterlaksanaan dan angket respon. Teknik analisis yang digunakan adalah uji t berpasangan, perhitungan N-gain, uji t independen, analisis keterlaksanaan pembelajaran, dan analisis angket respon peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Problem Based Learning-online* efektif dalam meningkatkan argumentasi ilmiah peserta didik yang ditunjukkan oleh adanya peningkatan skor argumentasi ilmiah peserta didik yang (secara statistik) signifikan pada alfa 5%, rerata N-gain kedua kelas berkategori tinggi dan tidak berbeda. Keterlaksanaan pembelajaran terlaksana sangat baik dan respon peserta didik terhadap pembelajaran *PBL-online* berkategori sangat baik. Dengan demikian, pembelajaran model *PBL-online* efektif meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berargumentasi berdasarkan masalah, sehingga pembelajaran model *Problem Based Learning-online* dapat dipertimbangkan penerapannya oleh guru selama kegiatan belajar mengajar juga sebagai alternatif model pembelajaran untuk meningkatkan argumentasi peserta didik.

Kata Kunci: *PBL-online*; *Problem Based Learning*; argumentasi ilmiah; fisika; online.

Abstract. Online learning during a pandemic tends to be one-way. The selection of learning models during online learning is very important to improve the quality of learning. This study aims to describe the effectiveness of learning physics with the *PBL-online* model to improve the scientific argumentation of high school students. This research is a *pre-experimental* research design with *one group pre-test post-test*. The sample used was 60 students of SMAN 1 Krian using a *cluster random sampling* technique divided into two experimental classes without a control class. Data collection used instruments in the form of pre-test and post-test questions of scientific argumentation skills, implementation sheets and response questionnaires. The analytical techniques used are paired t-test, N-gain calculation, independent t-test, learning implementation analysis, and student response questionnaire analysis. The results showed that *Problem Based Learning-online* effectively increased students' scientific argumentation as indicated by an increase in students' scientific argumentation scores, which were (statistically) significant at 5% alpha, average N-gain of the two classes was in the high category and not different. The implementation of learning was very good, and students' response to online PBL learning was categorized as very good.

Thus, learning the PBL-online model effectively increases students' ability to argue based on problems, so that learning the Problem Based Learning-online model can be considered by teachers during teaching and learning activities as well as an alternative learning model to improve students' argumentation.

Keywords: *PBL-online; Problem Based Learning; scientific argumentation; physics; online.*

PENDAHULUAN

Proses pendidikan pada abad 21 lebih mengutamakan pengembangan keterampilan atau kemampuan berpikir kritis. Keterampilan argumentasi termasuk dalam salah satu indikator keterampilan berpikir kritis yang diutamakan pada abad 21 (Sujanem et al., 2018). Kemampuan akademik peserta didik terbukti dapat ditingkatkan melalui suatu pembelajaran yang memotivasi peserta didik dalam bertanya dan berargumentasi. Keterampilan argumentasi ilmiah terdiri atas kemampuan literasi, berpikir kritis, memberi alasan, dan komunikasi metakognitif (Noviyanti et al., 2021). Ciri-ciri manusia yang berhasil menghadapi kemampuan abad 21 adalah manusia yang memiliki kemampuan pemecahan masalah, keterampilan berpikir kritis, keterampilan argumentasi, keterampilan kerjasama, kemampuan belajar kontekstual, keterampilan literasi media, dan literasi teknologi informasi (Putri et al., 2021). Proses argumentasi ilmiah dapat memperkuat pemahaman konseptual peserta didik, memperluas pengetahuan melalui ide-ide baru sehingga dapat meminimalisir kesalahan pemahaman konsep (Hasnunidah et al., 2019). Argumentasi ilmiah dapat membantu peserta didik menyatakan suatu gagasan menggunakan data sebagai penguat, apabila gagasan tersebut didukung dengan data yang sesuai maka pernyataan dapat dipertimbangkan kebenarannya (Toulmin, 2003). Proses argumentasi dapat membantu peserta didik menyampaikan sanggahan terhadap ide-ide menggunakan metode ilmiah (Rahmawati & Suprpto, 2019).

Kenyataan yang diperoleh, kemampuan peserta didik di Indonesia dalam bidang sains masih dapat dikatakan rendah, dibuktikan melalui skor peserta didik Indonesia yang masih dibawah standart pencapaian skor rata-rata OECD. Hasil studi PISA 2018 menunjukkan kemampuan sains peserta didik Indonesia mencapai skor rata-rata 389 yang dirilis oleh OECD. Sedangkan OECD memiliki skor rata-rata sebesar 489, (Kemendikbud, 2019). Berdasarkan hasil studi PISA 2018 yang dirilis OECD, PISA 2018 menyebutkan, terhadap fenomena ilmiah yang dikenal, peserta didik minimal dapat memberikan penjelasan secara benar dan menggunakan pengetahuan tersebut dalam kegiatan mengidentifikasi suatu kasus sederhana, ketika kesimpulan berdasarkan data yang diberikan adalah valid (OECD, 2019).

Hasil studi PISA 2018 Indonesia ini serupa dengan penelitian (Jatmiko, et al., 2018) dimana kemampuan sebagian besar peserta didik Indonesia terbatas pada mengenali fakta dasar dan belum mampu mengkomunikasikan serta mengaitkan dengan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang sains.

(Probosari et al., 2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pembelajaran sains dan argumentasi memiliki hubungan yang erat, dimana mengutamakan peserta didik untuk belajar cara berkomunikasi, bertindak, dan berpikir secara ilmiah. Fisika merupakan komponen yang tidak dapat dipisahkan dalam pembelajaran sains. Fisika merupakan penemuan-penemuan yang dikembangkan melalui metode ilmiah, dalam pengembangan metode ilmiah tersebut membutuhkan bukti-bukti yang dapat memberikan dukungan beserta bukti terhadap kebenaran dari suatu kejadian yang memiliki kaitan dengan hukum-hukum. Kemampuan argumentasi seringkali diterapkan pada pelajaran fisika diantaranya materi pengukuran, Hukum Newton, kalor dan termodinamika (Riwayani et al., 2019). Argumentasi merupakan suatu proses untuk menafsirkan pemikiran pemikiran peserta didik menggunakan fakta-fakta yang berasal dari lingkungan maupun pembelajaran di sekolah.

Kegiatan argumentasi terdiri atas proses argumentasi awal, pendukung dan sanggahan. Pemahaman konseptual peserta didik dapat ditingkatkan melalui argumentasi ilmiah yang dapat membantu peserta didik menemukan alasan ilmiah dalam menyampaikan suatu pendapat (Eliana & Admoko, 2020). Pemahaman konsep dapat dijembatani oleh komponen Toulmin guna menunjang kualitas argumentasi sehingga dapat dimengerti oleh peserta didik lain menggunakan komponen-komponen tersebut (Wahyunan Widhi et al., 2021). Argumentasi Toulmin terdiri atas 6 komponen diantaranya adalah *claim*, *support*, dan *warrant* sebagai komponen utama. Komponen pendukung argumentasi adalah *qualifiers*, *rebuttal*, dan *backing* (Erdogan et al., 2017).

Di tengah pandemi Covid-19 yang mewabah sejak 2020, pelaksanaan kegiatan belajar mengajar telah disesuaikan sedemikian rupa dengan pedoman kegiatan yang berlaku sebagai upaya meminimalisir penyebaran Covid-19. Aktivitas pembelajaran dilakukan dengan memperhatikan zona wilayah, bagi sekolah yang menetapkan pembelajaran Pertemuan Tatap Muka (PTM) terbatas dapat dilakukan apabila wilayah berada pada level 1 dan 2 PPKM tetap dengan mematuhi protokol kesehatan. (Kemendikbud, 2021). Akibat lonjakan kasus Covid-19, solusi yang dapat digunakan adalah melakukan aktivitas pembelajaran jarak jauh (Ensmann et al., 2021). Setelah melakukan pengamatan dan wawancara bersama guru fisika terhadap kegiatan belajar mengajar yang dilakukan secara online tersebut timbul beberapa masalah diantaranya kurangnya interaksi antara peserta didik dengan guru, minimnya tanggapan yang diberikan peserta didik selama pembelajaran, dan kurangnya pengawasan terhadap pemahaman materi yang diberikan. Inovasi

model pembelajaran dapat diterapkan guna meningkatkan kualitas pembelajaran jarak jauh yang sangat terbatas.

Menggabungkan pembelajaran online dengan model PBL atau *PBL-online* dapat menjadi suatu penyesuaian dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran (Sulaiman, 2013). Salah satu cara untuk meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik adalah menggunakan model PBL yang bersifat *student-centered* sebagai solusi yang tepat diwujudkan melalui pembelajaran (Wibawa et al., 2018). Peserta didik memiliki kesempatan mengembangkan argumentasi dalam menganalisis data melalui interaksi antar peserta didik lain selama praktek pembelajaran dengan mempertimbangkan dan memikirkan penjelasan alternatif melalui penjelasan rekan-rekan mereka (Ping et al., 2020). Penelitian (Wulansari et al., 2018) juga menunjukkan hal serupa bahwa belajar melalui pemecahan masalah yang terdapat pada model PBL dapat berguna sebagai stimulus untuk membangkitkan minat peserta didik melakukan penyelidikan selama mempelajari mata pelajaran dan sebagai pemicu untuk memperluas pengetahuan berdasarkan pemahaman materi yang diajarkan.

(Arends, 2012) menyebutkan sintaks PBL, terdiri atas 5 langkah pembelajaran meliputi (1) orientasi peserta didik pada masalah; (2) mengorganisasikan peserta didik untuk belajar; (3) membimbing penyelidikan individual maupun kelompok; (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya; dan (5) Analisis evaluasi pemecahan masalah. Model PBL menyajikan suatu hubungan antara materi yang dipelajari terhadap masalah yang disajikan kepada peserta didik sebagai kegiatan awal pembelajaran, keterlibatan secara langsung dalam memecahkan masalah, dapat memacu peserta didik berpikir untuk memberikan solusi atau penyelesaian terhadap permasalahan yang diberikan (Sani, 2013). Sedangkan menurut (Kendler & Grove, 2004) kemampuan berpikir analitis, mengaplikasikan, dan keterampilan integrasi peserta didik dapat terlatih melalui model PBL dalam mencari solusi dari suatu masalah. Penerapan model PBL menuntut peserta didik untuk membangun argumentasi ilmiah selama proses menyelidiki masalah, menemukan penyebab masalah, dan solusi yang tepat untuk memecahkan masalah (Ju & Choi, 2017).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas menjadikan peneliti melakukan penelitian dengan tujuan untuk mendeskripsikan keefektifan “Pembelajaran Fisika dengan Model (*PBL*)-online untuk Meningkatkan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik SMA”

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti memiliki jenis *Pre-eksperimental* dengan desain penelitian *one group pre-test post-test*.



Gambar 1. *One group pre-test post-test design*

Keterangan:

O_1 = Tes awal sebelum diberikan pembelajaran (*pre-test*)

Santoso, F. K. R., Jatmiiko, B : Pembelajaran Fisika....

X = Penerapan pembelajaran menggunakan model *PBL-online*

O_2 = Tes akhir sesudah diberikan pembelajaran (*post-test*)

Penelitian dilakukan pada tahun ajaran 2021/2022 di SMA Negeri 1 Krian, yang terdiri atas dua kelas eksperimen XI MIPA 6 dan XI MIPA 7 dengan masing-masing 30 sampel tanpa adanya kelas kontrol. Pemilihan sampel penelitian menggunakan teknik *cluster random sampling*. Alokasi waktu yang digunakan dalam penelitian telah disesuaikan dengan kebijakan yang berlaku selama pandemi Covid-19.

Penelitian dilakukan dengan memberikan *pre-test* sebelum dilakukan pembelajaran berupa soal esai dengan indikator argumentasi ilmiah meliputi menyampaikan claim, memberikan data sebagai bukti dari claim, memberikan dukungan yang menghubungkan claim dengan data, memberikan pembenaran yang dapat diterima secara teoritis dan memberikan batasan yang dapat menyatakan argumentasi itu benar. Setelah dilakukan pembelajaran dengan model PBL, peserta didik kedua kelas diberikan *post-test* keterampilan argumentasi ilmiah dengan jenis dan jumlah yang sama pada masing-masing kelas. Kriteria penilaian keterampilan argumentasi ilmiah seperti dalam tabel 1.

Tabel 1. Level Argumentasi Ilmiah Toulmin
Argumentation Pattern

Level	Kriteria
1	Kalimat memuat gagasan sederhana melawan gagasan lainnya, gagasan melawan gagasan.
2	Kalimat memuat gagasan disertai data yang baik, pembenaran atau pendukung, tanpa <i>rebuttal</i> .
3	Kalimat memuat gagasan disertai data yang baik, pembenaran atau pendukung, tanpa disertai <i>rebuttal</i> yang lemah.
4	Kalimat memuat gagasan disertai <i>rebuttal</i> yang jelas. Terdapat beberapa gagasan dan pendukung yang tidak diperlukan.
5	Kalimat memuat gagasan panjang, disertai minimal satu <i>rebuttal</i> .

(Sumber: Erduran et al., 2004)

Uji statistika yang digunakan diantaranya uji *t* berpasangan untuk mengetahui peningkatan skor argumentasi ilmiah pada nilai *pre-test* dan *post-test* yang signifikan pada $\alpha = 5\%$, dinyatakan dengan rumus berikut ini:

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{N\sum d^2 - (\sum d)^2}{N-1}}} \quad (1)$$

dengan Md rata-rata dari selisih *pre-test* dengan *post-test*, dan n adalah jumlah sampel yang digunakan. H_0 diterima apabila tidak terjadi perbedaan signifikan pada nilai *pre-test* dan *post-test* atau $|t_{hitung}| \leq t_{tabel}$.

Apabila terjadi perbedaan signifikan digunakan uji 2 arah dimana t_{hitung} bernilai negatif, maka nilai *post-test* > *pre-test*. Demikian H_0 ditolak apabila terjadi perbedaan

signifikan pada nilai *pre-test* dan *post-test* atau $|t_{hitung}| > t_{tabel}$. Selanjutnya perhitungan N-gain untuk mengetahui level peningkatan yang terjadi. Kriteria yang digunakan seperti dalam tabel 2.

Tabel 2. Kriteria peningkatan N-gain

Nilai	Kriteria
<0,3	Rendah
0,7 > <i>n-gain</i> ≥ 0,3	Sedang
≥ 0,7	Tinggi

(Sumber: Sugiyono, 2014)

Uji t independen pada N-gain digunakan untuk mengetahui rerata N-gain tidak berbeda atau level peningkatan konstan. Untuk mengetahui rata-rata keterlaksanaan pembelajaran selama penelitian, kriteria yang digunakan seperti dalam tabel 3.

Tabel 3. Kriteria keterlaksanaan pembelajaran

Nilai rata-rata	Kriteria
4,00-3,01	Sangat Baik
3,00-2,01	Baik
2,00-1,01	Cukup
1,00-0,00	Kurang

(Sumber: Riduwan, 2015)

dan angket respon peserta didik terhadap pembelajaran dengan model *PBL-online* untuk melatih argumentasi ilmiah. Kriteria yang digunakan untuk mengetahui presentase lembar respon peserta didik seperti dalam tabel 4.

Tabel 4. Kriteria presentase lembar respon

Presentase (%)	Kriteria
100-75,1	Sangat Baik
75-50,1	Baik
50-25,1	Cukup
25-0,00	Kurang

(Sumber: Riduwan, 2010)

Terlebih dahulu dilakukan uji normalitas untuk memenuhi syarat normalitas sebelum uji t berpasangan, begitu pula dilakukan uji normalitas dan homogenitas terlebih dahulu sebelum dilakukan uji t independen.

Pembelajaran menggunakan model *PBL-online* dapat dikatakan efektif jika ada peningkatan skor argumentasi ilmiah ilmiah, rerata N-gain minimal berkategori sedang, keterlaksanaan pembelajaran terlaksana dengan baik dan respon peserta didik berkategori baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

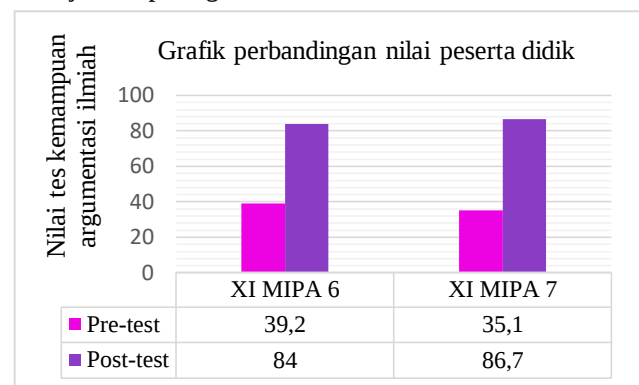
Penelitian ini menggunakan instrumen yang telah tervalidasi oleh dua dosen ahli Jurusan Fisika Universitas Negeri Surabaya. Data yang berkaitan dengan hasil validasi instrumen pembelajaran yang digunakan secara ringkas ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Validitas Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian	Rata-rata	Kategori
Handout	3,3	Valid
Angket respon peserta didik	3,4	Valid
LKPD	3,4	Valid
RPP	3,4	Valid
Silabus	3,7	Sangat Valid
Lembar keterlaksanaan pembelajaran	3,5	Sangat Valid
Lembar <i>pre-test post-test</i>	3,5	Sangat Valid

Rata-rata validasi instrumen penelitian Handout, angket respon peserta didik, LKPD, dan RPP menunjukkan kategori valid sedangkan silabus, lembar *pre-test post-test*, dan lembar keterlaksanaan pembelajaran menunjukkan kategori sangat valid. Instrumen penelitian memenuhi kriteria valid dan dinyatakan layak digunakan untuk penelitian.

Data peningkatan keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik menggunakan pembelajaran *PBL-online* ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik perbandingan nilai peserta didik

Gambar 2 memuat nilai rata-rata dari *pre-test* yang diberikan sebelum dilakukan pembelajaran model *PBL-online* dari masing-masing kelas sebesar 39,2 dan 35,1. Dapat diamati bahwa setelah dilakukan pembelajaran menggunakan *PBL-online*, dibandingkan hasil *pre-test* nilai *post-test* yang diberikan pada masing-masing kelas menunjukkan hasil lebih tinggi.

Data yang berkaitan dengan perhitungan uji t berpasangan berupa nilai *pre-test* dan *post-test* secara ringkas ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Uji t berpasangan

Kelas	T_{tabel}	T_{hitung}	Keterangan
XI MIPA 6	2,05	36,35	H_0 ditolak
XI MIPA 7		35,21	

Uji t berpasangan yang tertera pada tabel 6 menunjukkan nilai t_{hitung} lebih besar dibandingkan nilai t_{tabel} 2,05. Terjadi peningkatan terhadap nilai *post-test* yang diperoleh peserta didik selama dilakukan pembelajaran model *PBL-online*. Demikian H_0 ditolak dimana terjadi perbedaan signifikan terhadap hasil belajar peserta didik ketika *pre-test* dan *post-test*. Level peningkatan

keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik pada *pre-test* dan *post-test* dapat diketahui dengan melakukan perhitungan N-gain setelah dilakukan uji t berpasangan.

Data yang berkaitan dengan perhitungan N-gain secara ringkas ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan N-gain

Kelas	<g>	Kategori
XI MIPA 6	0,73	Tinggi
XI MIPA 7	0,76	Tinggi

Data hasil perhitungan N-gain pada tabel 7 menunjukkan masing-masing kelas berada pada kategori tinggi. Berdasarkan data pada tabel dapat diketahui terjadi peningkatan secara signifikan pada keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik setelah dilakukan pembelajaran *PBL-online*.

Data yang berkaitan dengan perhitungan uji t independen secara ringkas ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Uji t independen N-gain

Kelas	T_{tabel}	T_{hitung}	Keterangan
XI MIPA 6	2,003	1,67	H_0 diterima
XI MIPA 7			

Data yang tertera pada tabel 8 menunjukkan hasil nilai t_{hitung} yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan nilai t_{tabel} . Demikian H_0 tidak ditolak atau diterima apabila nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$, yang menyatakan tidak terdapat perbedaan rerata N-gain antara kedua kelas.

Data yang berkaitan dengan perhitungan rata-rata keterlaksanaan pembelajaran secara ringkas ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Keterlaksanaan pembelajaran

Komponen	Rata-rata		Kriteria
	XI MIPA 6	XI MIPA 7	
Pendahuluan	3,22	3,11	Sangat Baik
Kegiatan inti	3,38	3,47	Sangat Baik
Alokasi waktu	3,67	3,67	Sangat Baik
Pengamatan suasana kelas	3,55	3,11	Sangat Baik

Tabel 9 menunjukkan rata-rata nilai keterlaksanaan pembelajaran untuk masing-masing kelas yang telah disusun sebelumnya, pembelajaran terlaksana dengan sangat baik ditunjukkan oleh setiap komponen pembelajaran.

Data yang berkaitan dengan perhitungan angket respon secara ringkas ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Angket respon

Kelas	Persentase Angket	Kriteria
XI MIPA 6	79,83	Sangat Baik
XI MIPA 7	80,33	Sangat Baik

Data yang tertera pada tabel 10 menunjukkan kedua kelas memperoleh presentase 79,83 dan 80,33 dengan kriteria sangat baik sebagai respon model pembelajaran yang dilakukan.

b. Pembahasan

Berdasarkan gambar 2, keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik meningkat setelah *Problem Based Learning-online* diaplikasikan sebagai model pembelajaran (Nurinda et al., 2018) yang dapat ditinjau melalui peningkatan nilai *pre-test* dan *post-test*. Sebelum dilakukan pembelajaran, dijabarkan hasil *pre-test* sebagian besar peserta didik memberikan jawaban berupa gagasan dan data yang baik atau berada pada level 2, pencapaian yang rendah dapat didasari oleh pemahaman yang kurang terhadap konsep materi sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memberikan argumentasinya (Martín-Gómez & Erduran, 2018), sedangkan sebagian kecil peserta didik mampu mencapai argumentasi ilmiah level 3 berupa claim dan data yang dapat memberikan dukungan yang baik terhadap claim yang telah diberikan, namun tidak atau disertai sanggahan yang lemah. Setelah dilakukan pembelajaran, melalui *post-test* yang diberikan dapat diketahui peserta didik rata-rata hampir seluruhnya dapat memberikan argumentasinya hingga mencapai level 4, dimana peserta didik mampu menghubungkan claim dan dukungannya disertai dengan pembenaran teoritis argumentasi pada setiap indikator melalui kriteria penilaian argumentasi ilmiah (Erduran et al., 2004) yang tertera pada tabel 1. Hal serupa terjadi pada penelitian (Jumadi et al., 2021) setelah dilakukan pembelajaran menggunakan *PBL-online* keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik mengalami peningkatan ketika dihadapkan dengan menjawab pertanyaan.

Tabel 6 menunjukkan bahwa terjadi perbedaan signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* pada hasil uji t berpasangan. Peningkatan yang terjadi didasari karena peserta didik memiliki kesempatan untuk terlibat dalam proses memecahkan masalah yang diberikan sebelumnya secara langsung (Kawuri et al., 2019; Lufri et al., 2021). Hasil serupa sesuai dengan penelitian (Hikamah et al., 2021; Purwati, 2019; Tawfik, 2017), *PBL-online* dapat membantu peserta didik meningkatkan kemampuan berargumentasi.

Tabel 7 menunjukkan bahwa rerata N-gain untuk kedua kelas eksperimen berkategori tinggi pada hasil perhitungan N-gain. Sedangkan tabel 8 menunjukkan hasil uji t independen N-gain antara kedua kelas tidak berbeda secara signifikan. Hal tersebut disebabkan pada kedua kelas dilakukan perlakuan yang sama dengan menggunakan model *PBL-online*. Penelitian terdahulu (Wibawa et al., 2018; Riwayani et al., 2019) membuktikan keterampilan peserta didik dalam berargumentasi ilmiah efektif ditingkatkan melalui pembelajaran online berdasar pada masalah.

Pembelajaran online dapat ditunjang menggunakan model *PBL-online* yang memungkinkan peserta didik dalam berpikir secara mandiri dalam memecahkan suatu masalah melalui interaksi dengan peserta didik lainnya (Erdogan, 2019; Phungsuk et al., 2017) dalam penerapannya dapat melatih peserta didik memberikan argumentasi yang lengkap guna memberikan solusi atau

jawaban yang sesuai dengan masalah yang dipecahkan secara individu maupun berkelompok (Choden & Kijkuakul, 2020). Sejalan dengan penelitian (Hussin et al., 2018) peserta didik dapat terhubung dalam pemikiran yang lebih dalam ketika menyatukan pembelajaran dan interaksi kolaboratif online langsung.

Tabel 9 menunjukkan pembelajaran terlaksana dengan baik terhadap seluruh komponen dengan rata-rata keseluruhan kedua kelas berturut-turut adalah 3,45 dan 3,34 dengan kriteria sangat baik. Sedangkan tabel 10 menunjukkan minat yang tinggi peserta didik terhadap pembelajaran *PBL-online* yang dilakukan ditinjau dari presentase angket respon yang menunjukkan kriteria sangat baik untuk masing-masing kelas. Penelitian terdahulu membuktikan pembelajaran dengan lingkungan kelas yang dapat membangun pengetahuan tidak lepas dari perangkat pembelajaran yang dikembangkan (Pritasari & Jumadi, 2018).

Pembelajaran *PBL-online* menjadi salah satu solusi yang tepat guna menunjang pembelajaran online di tengah pandemi. Melalui sintaks PBL, peserta didik terlibat menjadi lebih aktif selama pembelajaran untuk mengungkapkan argumentasinya. *PBL-online* dapat menjadi suatu alternatif oleh guru selama kegiatan belajar mengajar dalam meningkatkan keaktifan peserta didik menggunakan model pembelajaran berbasis masalah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan yang menyatakan *PBL-online* efektif untuk meningkatkan argumentasi ilmiah peserta didik pada materi suhu dan kalor. Hal tersebut dapat dibuktikan oleh adanya peningkatan skor argumentasi peserta didik yang (secara statistik) signifikan pada alfa 5%, rerata N-gain untuk masing-masing kelas 0,74 berkategori tinggi dan tidak terdapat perbedaan antara kedua kelas eksperimen. Keterlaksanaan pembelajaran yang dilakukan memiliki rata-rata keseluruhan komponen yang dinilai 3,39 untuk kedua kelas dengan kategori sangat baik dan persentase respon peserta didik terhadap pembelajaran model *PBL-online* 80,08% dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, pembelajaran model *PBL-online* efektif meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berargumentasi berdasarkan masalah, sehingga pembelajaran model *Problem Based Learning-online* dapat dipertimbangkan penerapannya oleh guru selama kegiatan belajar mengajar juga sebagai alternatif model pembelajaran untuk meningkatkan argumentasi peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R. (2012). *Learning to Teach* (9 ed). New York: Mc Graw Hil.
- Choden, T., & Kijkuakul, S. (2020). Blending Problem Based Learning with Scientific Argumentation to Enhance Students' Understanding of Basic Genetics. *Journal of Instruction*, 13(1), 445-462. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13129a>
- Eliana, D., & Admoko, S. (2020). Tren Pembelajaran Argumentasi Berbasis Toulmin's Argument Pattern (TAP) Dalam Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Dan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Inovasi Pendidikan Fisika (IPF)*, 9(2), <https://doi.org/10.26740/ipf.v9n2.p%25p>
- Ensmann, S., Whiteside, A., Gomez-Vasquez, L., & Sturgill, R. (2021). Connections before curriculum: The role of social presence during COVID-19 emergency remote learning for student. *Online Learning Journal*, 25(3), 36-56. <https://doi.org/10.24059/olj.v25i3.2868>
- Erdogan, F. (2019). Effect of Cooperative Learning Supported by Reflective Thinking Activities on Students' Critical Thinking Skills. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2019(08), 89–112. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.80.5>
- Erdogan, I., Ciftci, A., & Topcu, M. S. (2017). Examination of The Questions Used In Science Lessons and Argumentation Levels of Students. *Journal of Baltic Science Education*, 16(6), 980–933. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.980>
- Erduran, S., Shirley, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Hasnunidah, N., Susilo, H., Irawati, M., & Suwono, H. (2019). The contribution of argumentation and critical thinking skills on students' concept understanding in different learning models. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 17(1). <https://doi.org/10.53761/1.17.1.6>
- Hikamah, S. R., Suhadi, Rohman, F., & Kurniawan, N. (2020). Developing Virtual Communication Skills in Online Learning Based on Modified PBL During The Covid-19 Pandemic. *International Journal of Education and Practice*, 9(2), 323-339. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2021.92.323.339>
- Hussin, W. N. T. W., Harun, J., & Shukor, N. A. (2018). Problem Based Learning to Enhance Students Critical Thinking Skill via Online Tools. *Asian Social Science*, 15(1), 14. <https://doi.org/10.5539/ass.v15n1p14>
- Jatmiko, B., Prahani, B. K., Munasir, Supardi, I. Z., Wicaksono, I., Erlina, N., Pandiangan, P., Althaf, R., & 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*, 17(2), 300-319. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.300>
- Jumadi, J., Perdana, R., Riwayani, & Rosana, D. (2021). The impact of problem-based learning with argument mapping and online laboratory on scientific argumentation skill. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(1), 16–23. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i1.20593>
- Kawuri, M. Y. R. T., Ishafit, I., & Fayanto, S. (2019). Efforts To Improve The Learning Activity And Learning Outcomes Of Physics Students With

- Using A Problem-Based Learning Model. *IJIS Edu : Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 1(2).
<https://doi.org/10.29300/ijisedu.v1i2.1957>
- Kemendikbud. (2019). *Hasil PISA Indonesia 2018*. kemendikbud.co.id
- Kemendikbud. (2021). *Pelaksanaan Pembelajaran Tahun Ajaran Baru 2021/2022 Mengacu pada Kebijakan PPKM dan SKB 4 Menteri*. kemendikbud.co.id
- Kendler, B. S., & Grove, P. A. (2004). Problem Based Learning in the Biology Curriculum. *The American Teacher*, 66(5), 348-354 .
<https://doi.org/10.2307/4451688>
- Lufri, L., Laili, F., & Anhar, A. (2021). Effect Scientific Approach with Assistance of Student Worksheets based PBL towards Students' Biology Affective Competence in Bacterial Learning Material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1940(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012119>
- Martín-Gámez, C., & Erduran, S. (2018). Understanding Argumentation about Socio-Scientific Issues on Energy: a Quantitative Study with Primary Pre-Service Teachers in Spain. *Research in Science and Technological Education*, pp. 1–21.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2018.142756>
- Nurinda, S., Prayitno, B. A., & Article, H. (2018). Effectiveness of Problem-Based Learning Module as An Instructional Tool in Improving Scientific Argumentation Skill. *Biosaintifika Journal of Biology & Biology Education*, 10(36), 334–340.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15294/biosaintifika.v10i2.12600>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Reselts (Volume I): What Students Know and Can Do*. OECD Publishing
- Phungsuk, R., Viriyavejakul, C., & Ratanaolarn, T. (2017). Development of a problem-based learning model via a virtual learning environment. *Kasetsart Journal of Social Science*, 38 (2017) 297-306.
<https://doi.org/10.1016/j.kjss.2017.01.001>
- Ping, I. L. L., Halim, L., & Osman, K. (2020). Explicit teaching of scientific argumentation as an approach in developing argumentation skills, science process skills and biology understanding. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 276–288. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.276>
- Pritasari, C. A., & Jumadi. (2018). Development of Science Learning Tool Based on Problem Based Learning with Google Classroom to Improve Argumentation Skill. *Journal of Biology & Biology Education*, 10(2), 348-355.
<https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v10i2.14320>
- Probosari, M. R., Ramli, M., Harlita, & Indrowati, M. S. (2016). Profil Keterampilan Argumentasi Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi FKIP UNS pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan. *Jurnal Bioedukasi FKIP Universitas Sebelas Maret*, 9(1), 29-33. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v9i1.3880>
- Putri, W. E., Sunarno, W., & Marzuki, A. (2021). Analysis of The Students' Argumentative Skills of Senior High School in Covid-19 Pandemic using Problem Based Learning in Static Fluid. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(3), 335–343.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i3.735>
- Purwati, R. (2019). *Problem-Based Learning Modules with Socio-Scientific Issues Topics to Closing the Gap in Argumentation Skills*. 18(4), 35–45.
- Rahmawati, D., & Suprpto, N. (2019). Pengaruh Pembelajaran Guided Discovery Terhadap Keterampilan Argumentasi Tertulis Peserta didik SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika (IPF)*, 8(3), 891-894.
- Riduwan. (2010). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Riduwan. (2015). *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Riwayani, R., Perdana, R., Sari, R., Jumadi, J., & Kuswanto, H. (2019). Analisis kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada materi optik: Problem-based learning berbantuan edu-media simulation. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 45-53. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.22548>
- Sani, R. A. (2013). *Inovasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujanem, R., Poedjiastuti, S., & Jatmiko, B. (2017). The Effectiveness of problem-based hybrid learning model in physics teaching to enhance critical thinking of the students of SMAN. *Journal of Physics: Conf. Series*, 1040 012040.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1040/1/012040>
- Sulaiman, F. (2013). The Effectiveness of PBL Online on Physics Students' Creativity and Critical Thinking: A Case Study at Universiti Malaysia Sabah. *International Journal of Education and Research*, 1(3), 1-18.
- Tawfik, A. A. (2017). Do cases teach themselves? A comparison of case library prompts in supporting problem-solving during argumentation. *Journal of Computing in Higher Education*, 29(2), 267–285.
<https://doi.org/10.1007/s12528-017-9136-2>
- Toulmin, S. (2003). *The use of Argument Update Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Wahyunan Widhi, M. T., Hakim, A. R., Wulansari, N. I., Solahuddin, M. I., & Admoko, S. (2021). Analisis Keterampilan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Pada Model Pembelajaran Berbasis Toulmin's Argumentation Pattern (TAP) Dalam Memahami Konsep Fisika Dengan Metode Library Research. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(1), 79–91. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.1.79-91>
- Wibawa R. A. P., Prayitno, B. A., & Marjono. (2018). Penerapan Problem Based Learning Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis Siswa Kelas X MIPA. *Jurnal Biogenesis*, 14 (2), 29 -36.

Wulansari, N. T., Sutrisna, I. P., & Dharmapatni, N. W.
(2018). Effectiveness of Problem Based Learning
Model toward Biology Learning Outcomes. *SHS
Web of Conferences*, (p. 42(11)).
<https://doi.org/10.1051/shsconf/20184200011>