**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***

**1Fica Kartika Ratnaning Santoso\*, 2Budi Jatmiko**

1Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang, Kampus Universitas Negeri Surabaya, Surabaya 60231, Indonesia

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

**Abstrak**. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektifitas 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 yang terbagi dalam dua kelas eksperimen tanpa adanya kelas kontrol. Teknik analisis yang digunakan adalah uji t berpasangan, N-gain, uji t *independent*, 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. Pembelajaran model *PBL-online* yang bersifat *student-centered* efektif dalam meningkatkan keaktifan dalam berargumentasi dan minat peserta didik untuk belajar berdasarkan masalah sehingga dapat dipertimbangkan penerapannya sebagai alternatif model pembelajaran.

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

**Abstract**. 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 which was divided into two experimental classes without a control class. The analytical techniques used are paired t-test, N-gain, independent t-test, learning implementation analysis, and student response questionnaire analysis. The results showed that Problem Based Learning-online was effective in improving students' scientific argumentation as indicated by an increase in students' scientific argumentation scores which were (statistically) significant at 5% alpha, the average N-gain of the two classes was in the high category and not different. The implementation of learning was very good and the response of students to online PBL learning was categorized as very good. PBL-online learning model that is student-centered is effective in increasing activeness in arguing and students' interest in problem-based learning so that its application can be considered as an alternative learning model.

***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, Poedjiastuti, & Jatmiko, 2017). 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, Mukti, Yuliskurniawati, Mahanal, & Zubaidah, 2019). 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, Sunarno, & Marzuki, 2021). Proses argumentasi ilmiah dapat memperkuat pemahaman konseptual peserta didik, memperluas pengetahuan melalui ide-ide baru sehingga dapat meminimalisir kesalahan pemahaman konsep (Hasnunidah, Susilo, Irawati, & and Suwono, 2020). 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 & Suprapto, 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, Ramli, Harlita, Indrowati, & Sajidan 2016). dalam penelitiannya menyatakan bahwa pembelajaran sains dan argumentasi memiliki hubungan yang erat, dimana peserta didik dituntut untuk belajar bagaimana berpikir, bertindak, dan berkomunikasi secara ilmiah. Salah satu bagian dari sains yang tidak dapat dipisahkan adalah fisika. 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, Perdana, Sari, Jumadi, & Kuswanto, 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 (Widhi, dkk., 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, Cifci, & Topcu. 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, Whiteside, Gomez-Vasquez, & Sturgill, 2021). Menggabungkan pembelajaran online dengan model PBL atau *PBL-online* dapat menjadi suatu penyesuaian dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran (Sulaiman, 2013).

Model PBL yang bersifat *student-centered* dapat menjadi salah satu solusi yang tepat untuk diwujudkan melalui pembelajaran guna meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik(Wibawa, Prayitno, & Marjono, 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, Halim, & Osman, 2020). (Wulansari, Sutrisna, & Dharmapatni, 2018) dalam penelitiannya juga menunjukkan 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 masalah yang diberikan dengan materi yang dipelajari kepada peserta didik sebagai kegiatan awal pembelajaran, keterlibatan secara langsung peserta didik 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, 2018).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas menjadikan peneliti melakukan penelitian dengan tujuan untuk mendeskripsikan efektifitas “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*.

$$O\_{1}$$

$$O\_{2}$$

**X**

Keterangan:

$O\_{1} $= Tes awal sebelum diberikan pembelajaran(*pre-test*)

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. 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 essai 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 *(Erduran, Shirley, & Osborne, 2004)*

|  |  |
| --- | --- |
| **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 *rebuttal.* |
| 3 | Kalimat memuat gagasan disertai data yang baik, pembenaran atau pendukung, tanpa disertai *rebuttal* yang lemah.  |
| 4 | Kalimat memuat gagasandisertai *rebuttal* yang jelas. Terdapat beberapa gagasan dan pendukung yang tidak diperlukan. |
| 5 | Kalimat memuat gagasan panjang, disertai minimal satu *rebuttal*. |

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

t = $\frac{\overbar{X\_{1}} -\overbar{X\_{2}}}{\sqrt{\frac{S\_{1}^{2}}{n\_{1}}+\frac{S\_{2}^{2}}{n\_{2}}-2r \left(\frac{S\_{1}}{\sqrt{n\_{1}}}\right)\left(\frac{S\_{2}}{\sqrt{n\_{2}}}\right)}}$ …(1)

dengan $\overbar{X\_{1}} $rata-rata *pre-test*, $\overbar{X\_{2}} $rata-rata *post-test*, $S\_{1}$ simpangan baku *pre-test*, $S\_{1}$ simpangan baku *post-test*, r koefisien korelasi dan n adalah jumlah sampel yang digunakan. $H\_{0}$ diterima apabila tidak terjadi perbedaan signifikan pada nilai *pre-test* dan *post-test*  atau $\left|t\_{hitung}\right|$ ≤ $t\_{tabel}$.

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 $\left|t\_{hitung}\right|$ > $t\_{tabel}$. Selanjutnya uji N-gain untuk mengetahui level peningkatan yang terjadi. Kriteria yang digunakan seperti dalam tabel 2.

Tabel 2. Kriteria peningkatan N-gain *(Sugiyono, 2014)*

|  |  |
| --- | --- |
| **Nilai** | **Kriteria** |
| <0,3 | Rendah |
| 0,7> *n-gain* ≥0,3 | Sedang |
| ≥ 0,7 | Tinggi |

Uji t *independent* 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 *(Riduwan, 2015)*

|  |  |
| --- | --- |
| **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 |

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

Tabel 4. Kriteria presentase lembar respon *(Riduwan, 2010)*

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

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 *independent t-test.*

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

1. **Hasil**

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 *pre-test post-test* | 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 diagram 1

Gambar 1. Grafik perbandingan nilai peserta didik

Gambar 1 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,* nilai *post-test* menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan hasil *pre-test* yang diberikan pada masing-masing kelas*.*

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 thitung lebih besar dibandingkan nilai ttabel 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 uji N-gain setelah dilakukan uji t berpasangan.

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

Tabel 7. Uji N-gain

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

Data hasil perhitungan uji N-gain pada tabel 8 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 *independent* secara ringkas ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Uji t *independent* N-gain

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kelas** | $$T\_{tabel}$$ | $$T\_{hitung}$$ | **Keterangan** |
| XI MIPA 6 | 2,003 | 1,67 | $H\_{0}$ditolak |
| XI MIPA 7 |

Data yang tertera pada tabel 8 menunjukkan hasil nilai $t\_{hitung}$ yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan nilai $t\_{tabel}$. Demikian $H\_{0}$ ditolak apabila nilai $t\_{hitung} $<$t\_{tabel}$, yang menyatakan tidak terdapat perbedaan signifikan 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, setiap komponen menunjukkan bahwa pembelajaran terlaksana dengan sangat baik.

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.

1. **Pembahasan**

Berdasarkan gambar 1, *Problem Based Learning-online* mampu meningkatkanketerampilan argumentasi ilmiah peserta didik setelah diaplikasikan sebagai model pembelajaran 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-Gámez & 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 terlah 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, Shirley, & Osborne, 2004) yang tertera pada tabel 1. Hal tersebut didukung oleh peningkatan nilai rata-rata keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik dalam menjawab pertanyaan materi suhu dan kalor setelah dilakukan pembelajaran menggunakan *PBL-online.*

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 diberikan kesempatan untuk terlibat secara langsung dalam proses memecahkan masalah yang diberikan sebelumnya (Kawuri, Ishafit & Fayanto, 2019; Lufri, Laili & Anhar, 2019). Hasil serupa sesuai dengan penelitian (Hikamah Suhadi, Rohman, & Kurniawan, 2020), *PBL-online* dapat membantu peserta didik meningkatkan kemampuan berargumentasi.

Tabel 7 menunjukkan bahwa rerata N-gain untuk kedua kelas eksperimen berkategori tinggi pada hasil uji N-gain. Sedangkan tabel 8 menunjukkan hasil uji t independent 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 membuktikan pembelajaran online berbasis masalah terbukti efektifdalam meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik (Riwayani, Perdana, Sari, Jumadi, & Kuswanto, 2019; Wibawa, Prayitno & Marjono, 2018).

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 (Phungsuk, Viriyavejakul, & Ratanaolarn, 2017). Dalam penerapannya, dapat melatihkan peserta didik memberikan argumentasi yang lengkap guna memberikan solusi atau jawaban yang sesuai dengan masalah yang dipecahkan secara individu maupun berkelompok (Choden & Kijkuakul, 2020).

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 Peserta didik mempunyai minat yang tinggi erhadap 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 dalam meningkatkan keaktifan peserta didik selama kegiatan pembelajaran menggunakan pembelajaran yang yang bersifat *student-centered.*

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 *PBL-online* 80,08% dengan kategori sangat baik. Pembelajaran model *PBL-online* yang bersifat *student-centered* efektif dalam meningkatkan keaktifan dalam berargumentasi dan minat peserta didik untuk belajar berdasarkan masalah sehingga dapat dipertimbangkan penerapannya sebagai alternatif model pembelajaran.

**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, W., Cifci, A., & Topcu M. S. (2017). Examination of The Questions Used in Science Lessons and Argumentation Levels of Student. *Journal of Baltic Science Education*, 16(6), 980-993. 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. (2020). The contribution of argumentation and critical thinking skills on students’ concept understanding in different learning models. *Journal of University Teaching & 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

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- https://doi.org/319. 10.33225/jbse/18.17.300

Ju, H., & Choi, I. (2018). The Role of Argumentation in Hypothetico-Deductive Reasoning During Problem-Based Learning in Medical Education: A Conceptual Framework. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(1). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1638

Kawuri, M. Y., Ishafit, & 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 Science Education*, 1(2), 105-114. http://dx.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. (2020). 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 012119. 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/10.1080/02635143.2018.1427568

Noviyanti, N. I., Mukti, W. R., Yuliskurniawati, I. D., Mahanal, S., & Zubaidah, S. (2019). Students’ Scientific Argumentation Skills Based on Differences in Academic Ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1241 012034. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1241/1/012034

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., 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., & A., M. (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 (JPPIPA)*, 7(3), 335-343. https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i3.735

Rahmawati, D., & Suprapto, 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.

Toulmin, S. (2003). *The use of Argument Update Edition.* New York: Cambridge University Press.

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.

Widhi, M. T., Hakim, A. R., Wulansari, N. I., I., S. M., & 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.

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