

**PEMBELAJARAN PROBLEM SOLVING VIRTUAL LABORATORY DENGAN
KEMAMPUAN SCIENTIFIC WRITING UNTUK MENINGKATKAN
LITERASI SAINS SISWA**

**PROBLEM SOLVING VIRTUAL LABORATORY WITH SCIENTIFIC WRITING ABILITY TO
IMPROVE STUDENTS' SCIENTIFIC LITERACY SKILLS**

***Maryone Saija^{1,2}, Lazarus Kalvein Beay³, Ayu Ningrum Widyasari⁴, dan Windy
Wonmaly⁵**

¹Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang, ² Pendidikan Biologi, STKIP Gotong Royong Masohi, ³ Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Maluku, ⁴ Ilmu Administrasi Niaga, Fakultas Ekonomi, STIA Said Perintah Masohi, ⁵ Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, FKIP, Universitas Victory Sorong

e-mail: maryonesaija88@gmail.com

Abstrak

Pembelajaran kimia melibatkan siswa dalam praktik sains di dalam kelas maupun laboratorium. Pembelajaran online telah menjadi kebutuhan dunia pendidikan sejak pandemi Covid melanda dunia. Praktikum virtual dibutuhkan untuk menunjang pembelajaran. Penelitian ini bertujuan melihat efektivitas pembelajaran problem solving virtual laboratory dengan scientific writing untuk meningkatkan kemampuan literasi siswa. Desain penelitian adalah quasi experiment pretest-posttest control group. Sampel penelitian adalah 140 siswa kelas XI SMA Negeri di Indonesia. 70 siswa di kelompok eksperimen menggunakan pembelajaran problem solving virtual laboratory dengan scientific writing; dan 70 siswa di kelompok kontrol dengan pembelajaran tanpa eksperimen virtual. Instrumen penelitian adalah tes literasi sains dengan 7 item yang telah divalidasi dan nilai reliabilitas Alpha Cronbach's sebesar 0.869. Data dianalisis dengan ANCOVA, karena data penelitian terdistribusi normal dan homogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran problem solving virtual laboratory dengan scientific writing berhasil meningkatkan kemampuan literasi sains siswa secara signifikan dengan nilai efek size sebesar 0.748. Analisis deskriptif hasil post-test memperlihatkan bahwa jumlah siswa yang mencapai level tinggi pada kelas eksperimen (54.29%) lebih banyak bila dibandingkan dengan siswa pada kelas kontrol (19.41%). Implikasi penelitian ini adalah pembelajaran kimia perlu mengintegrasikan eksperimen virtual dan melatih kemampuan scientific writing untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa.

Kata kunci: *problem solving; problem solving virtual laboratory; scientific writing; literasi sains.*

Abstract

Chemistry learning involves students in the practice of science in the classroom and the laboratory. Online learning has become a necessity in the world of education since the Covid-19 pandemic. Virtual practicum is needed to support learning. This study aims to see the effectiveness of problem solving virtual laboratory learning with scientific writing to improve students' literacy skills. The research design was a quasi-experimental pretest-posttest control group. The research sample was 140 students of class XI SMA Negeri in Indonesia. It consisted of 70 students in the experimental group who used problem solving virtual laboratory learning with scientific writing; and 70 students in the control group with learning without virtual experiments. The scientific literacy instrument test with 7 valid items and Cronbach's Alpha reliability value of 0.869. The data were analyzed by ANCOVA because the research data were normally distributed and

homogeneous. The results showed that problem solving virtual laboratory learning with scientific writing succeeded in increasing students' scientific literacy skills significantly with a large effect size. Descriptive analysis of post-test results, that students who reached a high level in the experimental class more than the control class. This research implies that learning chemistry needs to integrate virtual experiments and practice scientific writing skills to improve students' scientific literacy skills.

Key words: *problem solving; problem solving virtual laboratory; scientific writing; scientific literacy.*

PENDAHULUAN

Fokus peneliti di bidang pendidikan sains saat ini tertuju pada peningkatan kemampuan literasi sains [1]. Defini literasi sains dikembangkan menjadi kemampuan seseorang untuk terlibat dalam isu-isu terkait sains, juga menggunakan gagasan sains dalam kapasitasnya sebagai warganegara yang reflektif [2]. PISA (*Programme for International Student Assessment*) adalah program penilaian siswa secara internasional yang dilakukan oleh OECD (*The Organisation for Economic Co-operation and Development*). Literasi sains adalah salah satu kemampuan yang dinilai oleh PISA. Indonesia merupakan salah satu negara yang diikutsertakan dalam penilaian ini. Tingkat pencapaian literasi sains Indonesia selama 15 tahun keikutsertaannya selalu berada dalam *range* urutan kesepuluh terbawah, ketika literasi sains sangat penting dalam menentukan kualitas pendidikan di suatu negara [3,4]. Kemampuan literasi sains sangat penting untuk dikuasai oleh siswa. Hal ini terkait dengan cara pandang siswa tentang lingkungan, kesehatan, ekonomi, politik dan isu-isu yang dihadapi dalam masyarakat modern tentang kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi [5]. Mengukur kemampuan literasi sudah dapat diterima sebagai pengganti hasil belajar siswa [6]. Berbagai penelitian dilakukan untuk melihat peningkatan kemampuan literasi sains dalam pembelajaran [3,4,7].

Sejak pandemi Covid-19 melanda dunia di tahun 2019, dampaknya mempengaruhi seluruh aspek kehidupan masyarakat. Termasuk masyarakat Indonesia, sejak tanggal 24 Maret Tahun 2020. Pemerintah Indonesia mengeluarkan Surat Edaran Nomor 4 Tahun 2020 tentang kebijakan pembelajaran di masa darurat wabah Covid-19, khususnya proses belajar mengajar dilakukan di rumah melalui pembelajaran online atau daring. Pembelajaran online didefinisikan sebagai proses

transfer pengetahuan atau pengalaman belajar dalam lingkungan synchronous atau asynchronous menggunakan video, audio, gambar, teks komunikasi dan software yang terakses internet [8-12]. Proses ini adalah hasil modifikasi transfer pengetahuan melalui forum website [8] dan tren teknologi digital sebagai ciri khas dari revolusi industry 4.0 untuk menunjang pembelajaran selama masa pandemi Covid-19. Karakteristik pembelajaran online adalah mengintegrasikan teknologi dan ragam inovasi selama pertemuan [11] dan interaksi pembelajaran berlangsung secara online [13]. Oleh sebab itu, dibutuhkan kesiapan guru dan siswa untuk berinteraksi secara online. [14] menyatakan bahwa guru dituntut untuk mampu menyampaikan pengetahuan dalam pendidikan berteknologi digital.

Pembelajaran kimia juga melibatkan siswa dalam praktik sains di dalam kelas maupun laboratorium [15]. [16] mengungkapkan literasi sains sebagai kemampuan seseorang untuk memahami sains, mengkomunikasikan sains (lisan dan tulisan), dan menerapkan pengetahuan sains untuk memecahkan masalah sehingga memiliki nilai yang tinggi, sikap dan kepekaan terhadap diri sendiri dan lingkungannya untuk mengambil keputusan berdasarkan pertimbangan ilmiah. Berbagai hasil penelitian menyarankan siswa untuk terlibat dalam praktik sains sehingga dapat meningkatkan kemampuan literasi sains [17,18,19]. Menulis ilmiah (*scientific writing*) adalah salah satu jenis praktik sains yang bertujuan untuk mengkomunikasikan ide-ide sains secara sederhana dan ringkas namun komprehensif. [15] menyatakan dengan tegas bahwa *scientific writing* merupakan salah satu pendekatan yang efektif untuk mengembangkan pemahaman, kompetensi, dan gagasan tentang hakikat sains. *Scientific writing* dalam sains digunakan untuk sebagai alat untuk mengkomunikasikan ide dan proses praktikum, membantu siswa mengklarifikasi dan menguraikan

konsep sains, dan mengenali perbedaan konsep sains yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari [20]. Manfaat scientific writing dalam sains merupakan hal penting yang diperhatikan oleh guru [17]. Namun, pada kenyataannya guru tidak berkesempatan untuk melakukan praktik atau melatih kemampuan scientific writing di kelas [21,22] dan hanya menyerahkan tugas mengajar siswa untuk menulis sebagai domain guru Bahasa [17].

Salah satu pembelajaran berbasis praktikum yang menggunakan teknologi digital dan dapat digunakan untuk pembelajaran online adalah problem solving virtual laboratory (PSVL). Pada dasarnya, pembelajaran berbasis problem solving laboratory bertujuan membantu siswa ketika mempelajari konsep pengetahuan dan mengembangkan kemampuan memecahkan masalah dengan menggunakan konteks masalah yang berasal dari kehidupan nyata [23,24]. Tujuan ini selaras dengan konsep literasi sains yang diawali dengan permasalahan (konteks) sehari-hari kemudian dihubungkan dengan materi (konten) sains yang relevan. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa kemampuan literasi sains siswa akan meningkat dalam pembelajaran problem solving virtual laboratory [25,26]. Laboratorium virtual akan membantu siswa untuk mengeksplorasi dan memvisualisasi konsep abstrak dalam sains, sehingga akan meningkatkan kemampuan literasi sains [27,28]. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh [28] diperoleh bahwa laboratorium virtual dapat meningkatkan kemampuan literasi sains.

Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan menerapkan pembelajaran problem solving virtual laboratory dengan membiasakan dan melatih kemampuan scientific writing untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa. Hasil penelitian yang diperoleh dapat dijadikan sebagai salah satu referensi bagi pemilihan pembelajaran praktikum berbasis online untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa.

METODE

Sampel penelitian ini adalah seluruh populasi kelas XI IPA SMA yang berjumlah 140 siswa. Kelas XI IPA 1 dan XI IPA 4 untuk kelas eksperimen dan kelas XI IPA 2 dan XI IPA 3 untuk kelas kontrol. Sebagai variabel independen adalah pembelajaran problem solving virtual laboratory dengan kemampuan *scientific writing*, sedangkan variabel dependen adalah kemampuan literasi sains

siswa. Kelas eksperimen menggunakan pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing*, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran tanpa eksperimen virtual.

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *quasi experiment pretest-posttest control group design* [29]. Penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) tahapan prosedur, yaitu: (1) tahap persiapan, pada tahap ini dilakukan observasi data awal, pembuatan RPP, petunjuk praktikum, penyusunan instrumen asesmen literasi sains, lembar observasi; (2) tahap uji coba, pada tahap ini dilakukan uji coba instrumen tes literasi sains di luar sampel. Uji coba skala kecil dilakukan dengan uji reliabilitas antar rater (*inter-rater reliability*) pada 15 siswa dan dilanjutkan dengan uji skala besar dilakukan pada 35 siswa; dan (3) tahap pelaksanaan penelitian: pada tahap ini dilakukan pre-test (di awal kegiatan), kegiatan pembelajaran, dan post-test (diakhir kegiatan), analisis data awal dan akhir. Instrumen tes literasi sains dikembangkan oleh peneliti dan telah divalidasi. Hasil uji reliabilitas antar-rater diperoleh keseluruhan koefisien kesepakatan antar rater adalah 0.943 dengan kategori "*excellent agreement*". Hasil uji *inter-rater reliability* dapat terlihat pada Tabel 1.

Selanjutnya, hasil uji coba skala besar menunjukkan nilai reliabilitas Alpha Cronbach's sebesar 0.869 dengan 7 item valid. Tes berupa pertanyaan terbuka untuk menilai kemampuan literasi sains dan efek kemampuan *scientific writing* yang digunakan selama pembelajaran.

Hasil analisis data observasi pada tahap awal penelitian menunjukkan bahwa populasi bersifat normal dan homogen. Analisis data pada tahap akhir merupakan hasil uji data yang diperoleh dari tes kemampuan literasi sains yang diberikan sebelum (pre-test) dan sesudah (post-test) kegiatan pada dua kelas eksperimen dengan menggunakan metode pembelajaran yang berbeda. Analisis data kemampuan literasi sains siswa yang digunakan analisis deskriptif; uji prasyarat untuk uji normalitas dan uji homogenitas; *one-way covariance test* (ANCOVA) untuk mengetahui efektivitas pembelajaran.

Tabel 1. Hasil Analisis *Inter-rater Reliability* Tes Literasi Sains

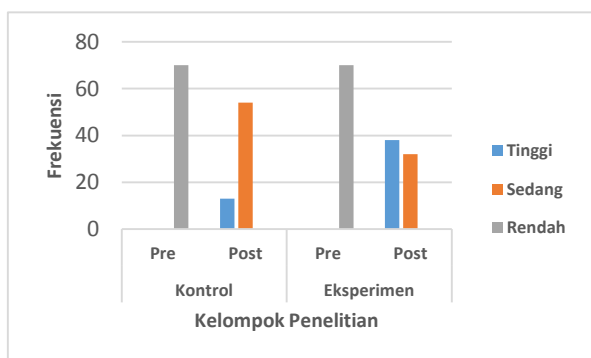
No. Soal	Nilai <i>Inter-Rater Reliability</i>	Kategori <i>Kappa (k)</i>
1	0.826	<i>Excellent Agreement</i>
2	0.919	<i>Excellent Agreement</i>
3	1.000	<i>Excellent Agreement</i>
4	0.853	<i>Excellent Agreement</i>
5	1.000	<i>Excellent Agreement</i>
6	1.000	<i>Excellent Agreement</i>
7	1.000	<i>Excellent Agreement</i>
Rata-rata	0.943	<i>Excellent Agreement</i>

Note: Nilai kategori *Kappa (k)* adalah $k < 0.04$ “*poor agreement*”; $0.40 < k < 0.75$ “*good*”; dan $k > 0.75$ “*excellent agreement*” [30].

Pengkategorian literasi sains dalam 3 (tiga) level, yaitu level rendah (*Low, L*); level sedang (*Medium, M*); dan level tinggi (*High, H*) [31]. Pengelompokan dan dimodifikasi untuk melihat literasi sains siswa berdasarkan jawaban terhadap pertanyaan terbuka. Setelah penskoran, dilakukan pengelompokan data berdasarkan perolehan nilai post-test yakni <56 “level rendah”; 56-75 “level sedang”; dan 76-100 “level tinggi” [4].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Literasi sains siswa dari kedua kelompok penelitian meningkat dengan baik selama program pembelajaran. Namun, setelah dilakukan post-test, ditemukan bahwa terlihat perbedaan yang signifikan (Gambar 1). Perbedaan kemampuan literasi sains siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis deskriptif dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan Kemampuan Literasi Sains

Berdasarkan Gambar 1 dapat terlihat bahwa pada pre-test kedua kelompok penelitian (kelas eksperimen dan kontrol) berada dalam kelompok yang sama yaitu “level rendah” berada dalam range <56. Selanjutnya, dapat terlihat bahwa kemampuan literasi sains siswa setelah pembelajaran berada pada “level sedang” dan “level tinggi”. Perbedaan

terlihat jelas pada jumlah siswa yang berada dalam tiap level kemampuan literasi sains. Untuk “level sedang” terlihat bahwa siswa dalam kelas kontrol (80.59%) memiliki persentasi yang lebih banyak dibandingkan dengan siswa pada kelas eksperimen (45.71%). Hal ini berbanding terbalik dengan hasil deskriptif terhadap banyaknya siswa pada “level tinggi” yakni persentasi siswa pada kelas eksperimen (54.29%) lebih banyak dibandingkan dengan kelas kontrol (19.41%).

Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing* terintegrasi dapat digunakan dalam meningkatkan literasi sains siswa. Peningkatan kemampuan literasi sains dapat terjadi karena pembelajaran kimia untuk kedua kelompok penelitian dapat memotivasi siswa saat membangun dan membuat koneksi antara pengetahuan yang diperoleh dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses ini selaras dengan [32] yang mengungkapkan bahwa sains akan mudah dipelajari ketika materi yang dipelajari sesuai dengan pandangan siswa dan relevan dengan kehidupan.

Penerapan pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing* memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja bersama secara virtual dengan kelompok lain dalam melakukan penyelidikan. Kerja sama antar kelompok dapat berupa saling tukar informasi yang diperoleh untuk menudukung data hasil percobaan sehingga kegiatan dapat mengembangkan proses dan keterampilan sosial mereka. Kolaborasi antar kelompok dan diskusi dengan teman sebaya dapat mengembangkan keterampilan berpikir dan sosial. Belajar lebih diarahkan pada *experimental learning* yang merupakan adaptasi individu dengan pengalaman konkrit seperti diskusi dengan teman sekelas, yang kemudian dikontemplasikan dan dijadikan ide dan pengembangan konsep baru [33]. Hal ini dapat dijelaskan bahwa siswa terdorong mengembangkan minat dan motivasinya secara alami untuk mencapai kompetensi, sedangkan fungsi guru untuk mendorong siswa memecahkan masalah secara mandiri atau dalam kelompok diskusi. [34] menyatakan bahwa pembelajaran *problem solving* memberikan pembelajaran yang bermakna bagi siswa sehingga diyakini dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan berkomunikasi.

Pada pembelajaran, hasil percobaan dan informasi pendukung yang diperoleh siswa akan

menghasilkan laporan praktikum. Oleh sebab itu, [35] menyatakan bahwa *scientific writing* adalah bagian penting dalam pendidikan kimia. Siswa dalam kelompok eksperimen secara konsisten berlatih menggunakan *scientific writing* dalam mempresentasikan dan menyusun laporan praktikumnya. Ini dapat terjadi karena tugas membaca yang diberikan kepada mereka di awal program pembelajaran. Dengan langsung berlatih menggunakan tugas bacaan dan meringkasnya, siswa memperoleh langkah-langkah dasar *scientific writing*, sehingga mampu menyajikan laporan praktikum yang lebih mandiri dan ilmiah. Hal ini, pada gilirannya, mengarah pada konstruksi kognisi epistemik untuk mengkomunikasikan pengetahuan sains yang dapat mendukung literasi sains.

Selanjutnya, dilakukan analisis data kemampuan literasi sains (pre-post test) untuk mengetahui efektivitas pembelajaran menggunakan ANCOVA test karena data penelitian terdistribusi normal dan homogen. Hasil ANCOVA test dapat terlihat pada Tabel 2. Hasil analisis data (Tabel 2) menunjukkan perbedaan kelompok eksperimen dan

kepada siswa untuk belajar berpikir secara analitis dan mencoba menyelesaikan masalah yang ditemukan. Ini memberikan dampak positif pada kompetensi berpikir dan pemahaman siswa sehingga memberi kontribusi positif pada kemampuan literasi sains. Hal ini selaras dengan beberapa penelitian [23,24,28,37,38] yang menunjukkan bahwa pembelajaran *problem solving laboratory* (virtual dan konvensional) menyediakan proses belajar yang memberikan kesempatan bagi siswa terlibat secara aktif mengumpulkan pengetahuan sehingga dapat mengembangkan kemampuan literasi sains, keterampilan berpikir dan kemampuan kognitif, sehingga pengetahuan yang diperoleh akan lebih bermakna. Selain itu, penggunaan virtual laboratorium dalam pembelajaran juga memberi beberapa manfaat bagi pengembangan literasi sains siswa. Beberapa kelebihan laboratorium virtual [39,40], yakni (1) mampu menjelaskan konsep abstrak yang tidak dapat disajikan melalui pembelajaran langsung; (2) laboratorium virtual dapat menjadi tempat untuk percobaan yang tidak dapat dilakukan dalam

Tabel 2 Hasil Statistik ANCOVA Kemampuan Literasi Sains Siswa

Kelompok	N	Pre-test	Post-test	F	p	Effect size (Cohen's d)
		Mean (SD)	Mean (SD)			
Keseluruhan	140	2.502(1.651)	75.434(12.062)			
Kontrol	70	1.877(0.876)	77.786 (13.879)	16.892	<0.001	0.748
Eksperimen	70	3.128(1.983)	69.019(7.781)			

Note: *Effect sizes (Cohen's d)* untuk melihat efektivitas perbedaan, sebagai berikut [36]: $d = 0-0.2$, *week effect*; $d = 0.21-0.50$, *modest effect*; $d = 0.51-1.00$, *moderate effect*; and $d > 1.00$, *strong effect*.

kontrol masing-masing sebesar 75.91 dan 65.89 dari pre-test ke post-test, selisih lebih baik sebesar 10.02 untuk kelompok eksperimen yang menggunakan pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing*. Lebih lanjut, hasil yang dianalisis ini menunjukkan bahwa pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing* memberi pengaruh signifikan terhadap efektivitas kemampuan literasi sains siswa. Hal ini dapat terlihat pada hasil ANCOVA tes dengan nilai $F = 16.892$ dan nilai signifikansi (p) senilai $< .001$ yang memperlihatkan bahwa pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing* memberikan efek terhadap peningkatan kemampuan literasi sains siswa. Nilai *effect size (d-Cohen's)* perbedaan seluruh kelompok penelitian $d = 0.51-1.00$ (0.748) dapat diinterpretasikan sebagai "*moderate effect*" [36].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing* memberikan kesempatan

laboratorium konvensional; (3) penggunaan laboratorium virtual juga lebih murah jika dibandingkan dengan eksperimen pada laboratorium konvensional yang memerlukan alat dan bahan yang relatif mahal; (4) siswa dapat mengumpulkan data dengan cepat dalam situasi apapun; dan (5) siswa juga dapat melakukan eksperimen dengan aman apabila eksperimen yang sebenarnya berbahaya. Pembelajaran *problem solving virtual laboratory* sebagai salah satu inovasi pembelajaran pada masa pandemi Covid 19 membentuk paradigma baru bagi pendidikan kimia. Kegiatan praktikum tidak hanya menggunakan pembelajaran harus dengan tatap muka dan laboratorium konvensional.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing* dapat menjadikan siswa lebih aktif sehingga lebih

memahami konsep karena didukung dengan praktikum virtual, sehingga meningkatkan kemampuan literasi sains. Terlihat perbedaan yang signifikan pada nilai post-test siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol yakni 75.91 dan 65.89. Selain itu, analisis deskriptif menunjukkan bahwa siswa dengan pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing* memiliki jumlah lebih banyak untuk level tinggi bila dibandingkan dengan pembelajaran tanpa eksperimen virtual.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *problem solving virtual laboratory* dengan *scientific writing* memberi dampak positif terhadap peningkatan kemampuan literasi sains siswa. Implikasi penelitian ini adalah pembelajaran kimia perlu mengintegrasikan eksperimen virtual dan melatih kemampuan *scientific writing* siswa untuk meningkatkan kemampuan siswa. Selain itu, pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menilai faktor-faktor pendukung pembelajaran lainnya termasuk ranah afektif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cavas, B., Cavas, P., Ozdem, Y., Rannikmae, M., & Ertepinar, H. 2012. Research Trends in Science Education from the Education from the Perspective of Journal of Baltic Science Education: A Content Analysis from 2002 to 2011. *Journal of Baltic Science Education*, Vol 11, No 1, pp. 94-103.
2. OECD. 2016. Country Note-Results from PISA 2015: Indonesia. In OECD. <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Indonesia.pdf>. Diakses tanggal 07 Agustus 2021.
3. Laksono, P. J. 2018. Studi Kemampuan Literasi Kimia Mahasiswa Pendidikan Kimia Pada Materi Pengelolaan Limbah. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, Vol 2, No 1, pp. 1-12.
4. Saija, M., & Namakule, U. 2019. Profil Kemampuan Literasi Kimia Siswa SMA Negeri 3 Ambon. *Jurnal Kiprah*, Vol 7, No 2, pp. 31-38.
5. Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. 2005. The Importance Of Involving High-School Chemistry Teachers In The Process Of Defining The Operational Meaning Of 'Chemical Literacy'. *International Journal of Science Teaching*, Vol 27, pp. 323-344.
6. Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. S., & Nicolich, M. 2014. Developing a Measure of Scientific Literacy for Middle School Students. *Science Education*, Vol 98, No 4, pp. 549-580.
7. Imani, H. A., Ika, M. S., Purwanto. 2016. Profil Literasi Sains Siswa SMP di Kota Bandung terkait Tema Pemanasan Global. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM, 1, 242-248. Retrieved from <http://pasca.um.ac.id/wp-content/uploads/2017/02/Hajar-Adha-242-248.pdf>.
8. Basilaia, G., Dgebuadze, M., Kantaria, M., & Chokhanelidze, G. 2020. Replacing The Classic Learning Form At Universities As An Immediate Response To The COVID-19 Virus Infection In Georgia. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, Vol 8, No 3, pp. 101-108.
9. Basilaia, G., & Kvavadze, D. 2020. Transition To Online Education In Schools During A SARS-CoV- 2 coronavirus (COVID-19) pandemic in Georgia. *Pedagogical Research*, Vol 5, No 4, pp. 1-9.
10. Chen, J., Qi, T., Liu, L., Ling, Y., Qian, Z., Li, T., & Song, Z. 2020. Clinical Progression Of Patients With COVID-19 in Shanghai, China. *Journal of Infection*, Vol 80, No 5, pp. 1-6.
11. Dhawan, S. 2020. Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis. *Journal of Education Technology Systems*, Vol 49, No 1, pp. 5-22.
12. Zhu, X., & Liu, J. 2020. Education in and After Covid-19: Immediate Responses and Long-Term Visions. *Postdigital Science and Education*, Vol 2, No 3, pp. 695-699.
13. Hermanto, Y., & Srimulyani, V. A. 2021. The Challenges of Online Learning During the Covid-19 Pandemic *Jurnal Pendidikan & Pengajaran*, Vol 54, No 1, pp. 46-57.
14. Simarmata, J., Hamid, M. A., Ramadhani, R., Chamidah, D., Simanihuruk, L., Safitri, M., Napitupulu, D., & Iqbal, M. 2020, *Pendidikan Di Era Revolusi 4.0: Tuntutan, Kompetensi & Tantangan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
15. Deng, Y., Kelly, G. J., & Xiao, L. 2019. The Development Of Chinese Undergraduate Students' Competence Of Scientific Writing In The Context Of An Advanced Organic Chemistry Experiment Course. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol 20, No 1, pp. 270-287.
16. Toharudin, U., Hendrawati, S., & Rustaman, A. 2011. *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Bandung: Humaniora.

17. Deng, Y., Kelly, G. J., & Deng, S. 2019. The Influences Of Integrating Reading, Peer Evaluation, And Discussion On Undergraduate Students' Scientific Writing. *International Journal of Science Education*, Vol 41, No 10, pp. 1408-1433.
18. Stafford-Brizard, K. B., Cantor, P., & Rose, L. T. 2017. Building The Bridge Between Science And Practice: Essential Characteristics Of A Translational Framework. *Mind, Brain, and Education*, Vol 11, No 4, pp. 155-165.
19. Stroupe, D. 2015. Describing "science practice" in learning settings. *Science Education*, Vol 99, No 6, pp. 1033-1040.
20. Chen, Y. C., Hand, B., & McDowell, L. 2013. The Effects Of Writing-To-Learn Activities On Elementary Students' Conceptual Understanding: Learning About Force And Motion Through Writing To Older Peers. *Science Education*, Vol 97, No 5, pp. 745-771.
21. Kihara, S., Graham, S., & Hawken, L. 2009. Teaching Writing To High School Students: A National Survey. *Journal of Educational Psychology*, Vol 101, No 1, pp. 136-160.
22. Yore, L., Bisanz, G., & Hand, B. 2003. Examining The Literacy Component Of Science Literacy: 25 Years Of Language Arts And Science Research. *International Journal of Science Education*, Vol 25, No 6, pp. 689-725.
23. Muhajir, S. N., Mahen, E. C. S., Yuningsih, E. K., & Rochman, C. 2015. Implementasi Model Problem Solving Laboratory untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Fisika Dasar II. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*. Bandung : 8 & 9 Juni.
24. Simatupang, H., Aryeni, & Purnama, S. 2017. Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Melalui Penerapan Model Problem Solving Laboratory Pada Matakuliah Praktikum Biologi Sistem, *Jurnal Pelita Pendidikan*, Vol 5, No 2, pp. 077-083.
25. Supahar, & Widodo, E. 2020. The Effect of Virtual Laboratory Application of Problem-Based Learning Model to Improve Science Literacy and Problem-Solving Skills. In *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* (Vol 528, pp. 633-640). Atlantis Press.
26. Rembulan, C. N., & Susanti, L. Y. 2021. The Effect of Virtual Laboratory Implementation on The Science Literacy Ability of Class VIII Students on Material Force and Movement of Objects at MTs Negeri 1 Jember. *Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, Vol 2, No 1, pp. 74-86.
27. Başer, M., & Durmuş, S. 2010. The Effectiveness of Computer Supported Versus Real Laboratory Inquiry Learning Environments on the Understanding of Direct Current Electricity among Pre-Service Elementary School Teachers. *Eurasia Journal of Mathematics*, Vol 6, No 1, pp. 47-61.
28. Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. 2016. Efektivitas Virtual Lab Berbasis STEM Dalam Meningkatkan Literasi Sains Siswa Dengan Perbedaan Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, Vol 2, No 2, pp. 190-201.
29. Creswell, J. W. 2014. *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 4th Ed. USA: SAGE Publication Inc.
30. Fleiss, J. L., Levin, B., & Paik, M. C. 2003. *Statistical Methods for Rates and Proportions* 3rd Ed. New Jersey: John Wiley & Sons.
31. OECD. 2016. *PISA 2015 Assesment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Paris: PISA-OECD Publishing.
32. Holbrook, J., Laius, A., & Rannikmäe, M. 2003. *The Influence of Social Issue-Based Science Teaching Materials On Students' Creativity*. University of Tartu, Estonian Ministry of Education.
33. Hitipeuw, I. 2009. *Belajar & Pembelajaran*. Malang: Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang
34. Solissa, D. M., & Saija, M. 2017. Penerapan Metode Pembelajaran Problem Solving untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 2 Kecamatan Sirimau Kota Ambon. *Jurnal Pedagogika dan Dinamika Pendidikan*, Vol 5, No 2, pp. 133-144.
35. Ogunsolu, O. O., Wang, J. C., & Hanson, K. Writing a Review Article: A Graduate Level Writing Class. *Journal of Chemical Education*, Vol 95, No 5, pp. 810-816.
36. Cohen, L., Manion, L., & Keith, M. 2018. *Research Methods in Education*, 8th Ed. New York: Routledge.
37. Fitriyanto, F., Nurhayati, S., & Saptorini. 2012. Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving Pada Materi Larutan Penyangga dan Hidrolisis. *Chemistry in Education*, Vol 1, No 1, pp. 40-44.

38. Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. 2016. STEM Virtual Lab: An Alternative Practical Media to Enhance Student's Scientific Literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, Vol 5, No 2, pp. 239-246.
39. Totiana, F., VH Susanti, E., & Redjeki, T. 2012. Efektivitas Model Pembelajaran Creative Problem Solving (CPS) Yang Dilengkapi Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Pokok Koloid Kelas XI IPA Semester Genap SMA Negeri 1 Karanganyar. *Jurnal Pendidikan Kimia*, Vol 1, No 1, pp. 74-79.
40. Laila, S. I., & Anggaryani, M. 2021. The Use of STEM-Based Virtual Laboratory (PhET) of Newton's Law to Improve Students' Problem Solving Skills. *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol 9, No 2, pp. 125-133.