

ORBITAL : JURNAL PENDIDIKAN KIMIA

Website : jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/orbital

ISSN 2580-1856 (print) ISSN 2598-0858 (online)

Profil Literasi Sains Peserta Didik SMK pada Penerapan Pembelajaran Projek *Electroplating* Berbasis *Green Chemistry*

Purwanti^{1*)}, Hernani² dan Fitri Khoerunnisa³

^{1,2,3}, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

^{*)}E-mail: ipurwanti53@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received April 2023

Revised form May 2023

Accepted June 2023

Published online June 2023

Abstract: Scientific literacy is one of the main keys for education personnel in facing the challenges of the 21st century which continues to experience global changes. Project learning is carried out to increase scientific literacy and achieve sustainable development. This study aims to describe the scientific literacy profile of vocational students in the application of green chemistry-based electroplating learning projects. The principles of green chemistry raised in the electroplating project are the use of safe chemicals, the use of green solvents, and waste prevention. The research method used was a descriptive analysis. The research subjects were 27 students from the Industrial Mechanics Engineering program in the Department of Technology and Engineering at a Vocational School in the city of Cimahi for the 2022-2023 Academic Year, selected using the convenience sampling technique. Data collection techniques were carried out using 20 scientific literacy test instrument questions with four answer choices that have been validated and tested for reliability. Data analysis was carried out by paired t-test on pretest and posttest values using the Microsoft Excel program. The scientific literacy profile of SMK students in the domain of science knowledge is categorized as low with a percentage of 48%, the scientific competence domain is categorized as moderate with a presentation of 66%, and the attitude domain is categorized as moderate with a percentage of 63%.

Keywords: green chemistry, project based learning, science literacy profile

Abstrak: Literasi sains merupakan salah satu kunci utama bagi insan pendidikan dalam menghadapi tantangan abad 21 yang terus mengalami perubahan global. Pembelajaran proyek dilakukan untuk meningkatkan literasi sains dan mencapai pembangunan yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil literasi sains peserta didik SMK pada penerapan pembelajaran proyek *electroplating* berbasis *green chemistry*. Prinsip *green chemistry* yang diangkat dalam proyek *electroplating* adalah penggunaan bahan kimia yang aman, penggunaan green solvent, dan pencegahan limbah. Metode penelitian yang digunakan adalah *analisis dekriptif*. Sasaran penelitian adalah peserta didik salah satu SMK di kota Cimahi Tahun Ajaran 2022-2023, Jurusan Teknologi dan Rekayasa program keahlian Teknik Mekanika Industri, sebanyak 27 orang dengan teknik *convenience sampling*. Teknik Pengumpulan data dilakukan menggunakan 20 soal instrumen test literasi sains dengan empat pilihan jawaban yang sudah tervalidasi dan teruji reliabilitasnya. Profil literasi sains peserta didik SMK pada domain pengetahuan sains dikategorikan rendah dengan persentase sebesar 48%, domain kompetensi sains dikategorikan sedang dengan presentasi sebesar 66%, dan domain sikap dikategorikan sedang dengan persentase sebesar 63%. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan profil literasi sains peserta didik setelah mengalami pembelajaran proyek *electroplating* berbasis *green chemistry* dalam aspek kognitif, keterampilan dan sikap peduli lingkungan.

Kata Kunci: kimia hijau, pembelajaran proyek, profil literasi sains

PENDAHULUAN

Literasi sains merupakan salah satu kunci utama bagi insan pendidikan dalam menghadapi tantangan abad 21 yang terus mengalami perubahan global. Berdasarkan hasil kajian World Economic Forum (2016), peserta didik memerlukan 16 keterampilan agar mampu bertahan di abad 21, yakni pondasi literasi atau literasi dasar, kompetensi, dan karakter (Kemendikbudristek, 2019) termasuk literasi sains. OECD melakukan survei internasional melalui *Programme for International Students Assessment (PISA)* untuk mengukur tingkat literasi dasar siswa meliputi membaca, matematika, dan sains. Secara umum hasil pengukuran PISA tahun 2018 menunjukkan bahwa peserta didik di Indonesia memiliki skor yang lebih rendah dari rata-rata skor OECD dalam membaca, matematika, dan sains. Indonesia menduduki posisi 10 terbawah dari 79 negara yang berpartisipasi berada pada kuadran *low performance* dengan *high equity* (PISA, 2018).

Pemerintah menyampaikan bahwa yang terpenting dari hasil studi PISA adalah langkah-langkah strategis yang dilakukan untuk menindaklanjuti hasil studi tersebut. Langkah strategis yang dilakukan untuk meningkatkan literasi dan numerasi salah satunya adalah meningkatkan efektivitas kurikulum dengan

membuat rancangan dan strategi implementasi kurikulum yang lebih komprehensif (Kemendikbudristek, 2019).

Implementasi kurikulum yang komprehensif memiliki capaian pembelajaran agar peserta didik memiliki kemampuan untuk merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengidentifikasi, mengajukan gagasan, merancang solusi mengambil keputusan, dan mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana (Kemendikbudristek, 2022a).

Pembelajaran berbasis proyek adalah pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai media dalam proses pembelajaran untuk mencapai *soft skills*, *hard skills*, dan karakter. Penekanan pembelajaran terletak pada aktivitas peserta didik dalam menghasilkan produk yang menerapkan keterampilan meneliti, menganalisis, membuat, hingga mempresentasikan produk pembelajaran berdasarkan pengalaman nyata (Kemendikbudristek, 2022b).

Semua upaya pembelajaran diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan dibangun pula akhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global (Kemendikbudristek, 2022a)

Pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) bisa diwujudkan salah satunya dengan menerapkan konsep *green chemistry*. *Green chemistry* adalah pendekatan yang mempromosikan desain, produksi, dan penggunaan proses dan produk kimia yang meminimalkan atau menghilangkan bahan kimia berbahaya (Sharma, Yadav, Gupta, Arora, 2019). Pendidikan *green chemistry* dapat menginspirasi peserta didik untuk mencari pengetahuan yang mendalam dan meningkatkan kesadaran mereka dalam mengenali perkembangan inovasi ilmiah baru (Duangpummet, Chaiyen, Chenprakhon, 2019). Keberhasilan *green chemistry* sejauh ini tampaknya cukup besar dalam hal manfaat kuantitatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Untuk mencapai potensi penuh ini, kesadaran yang lebih besar, adopsi, dan pengembangan praktik *green chemistry* diperlukan (Hjeresen et al., 2000).

Praktik *green chemistry* dapat berupa keterampilan laboratorium di mana peserta didik harus memiliki kemampuan untuk menilai produk dan proses kimia dan merancang alternatif produk yang lebih ramah lingkungan, serta mengurangi bahaya dan dampak yang berbahaya (Dicks et al., 2019). Penerapan *green chemistry* dengan model *project-based learning* telah menunjukkan hasil yang positif pada peserta didik (Saptorini & Widodo, 2014; Silitonga, 2018; Supriyanti, 2020). Peningkatan hasil belajar, ketrampilan proses, kolaboratif, dan peningkatan literasi sains pada umumnya timbul dari hasil pembelajaran berbasis proyek (Larasati, 2017; Winarni & Purwandari, 2020; Sholahuddin et al., 2021; Sakti et al., 2021).

Proyek *green chemistry* bisa diterapkan dalam konteks elektrokimia. Penyepuhan atau pelapisan logam atau *electroplating* merupakan salah satu bagian dari elektrokimia, yaitu cabang dari ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara energi listrik dan proses (reaksi) kimia (Aas & Purba, 2017). Elektrokimia telah lama menjadi konsep yang sulit dalam pelajaran kimia. Peserta didik dapat melakukan perhitungan kuantitatif yang melibatkan sel elektrokimia, tetapi

kesulitan untuk memahami sifat kualitatifnya. Kesalahpahaman dalam materi elektrokimia umumnya sering terjadi dalam mengidentifikasi setengah reaksi, memahami komponen sel galvani atau sel elektrolisis, dan menghubungkan kontribusi konsentrasi dan keseimbangan dengan gaya gerak listrik (Sanders et al., 2018).

Prinsip *green chemistry* yang diangkat dalam proyek *electroplating* adalah pencegahan limbah, pemanfaatan limbah, dan desain menggunakan bahan kimia yang aman. Integrasi prinsip *green chemistry* terdapat pada proyek *electroplating* yaitu pada bagian bahan bacaan, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *project-based learning*, dan asesmen *pre-posttest*. Dengan demikian, tujuan penelitian ini yaitu upaya peningkatan literasi sains peserta didik melalui pembelajaran proyek.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode ini digunakan untuk menggambarkan profil literasi sains dengan menggunakan tes literasi sains pembelajaran proyek *electroplating* berbasis *green chemistry* sebagai data.

Sasaran Penelitian

Sasaran pada penelitian ini adalah 27 peserta didik kelas X Teknik Mekanika Industri di SMK Wiraswasta Cimahi, Program Keahlian Teknik Mesin. Pengambilan sampel menggunakan teknik *convenience sampling*, yang dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2022. Prosedur proyek menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik yang dilakukan oleh kelompok yang terdiri dari 3 orang. Langkah kerja mengikuti sintaks *project based learning* sesuai *project-based learning The George Lucas Educational Foundation* (The George Lucas Educational Foundation, 2005).

Data penelitian

Implementasi proyek *electroplating green chemistry* ini dilakukan di kelas dan di laboratoium mesin. Pertemuan dilakukan sebanyak empat kali, masing-masing 3 jam pelajaran selama dua minggu.

- Pertemuan pertama dilakukan *pre test* untuk melihat kemampuan literasi sains sebelum dilaksanakan pembelajaran, kemudian peserta didik diberikan materi dan dikelompokkan untuk memulai persiapan proyek.
- Pertemuan kedua, peserta didik dan kelompoknya melakukan proyek *electroplating* berbasis *green chemistry* didampingi oleh peneliti dan guru mata pelajaran yang ikut berkolaborasi dalam proyek (guru teknik mesin).
- Pertemuan ketiga peserta didik bersama guru melakukan evaluasi dan diskusi mengenai proyek yang telah dilakukan.
- Pertemuan keempat dilakukan *post test* yang bertujuan untuk melihat profil literasi sains peserta didik setelah melakukan proyek *electroplating* berbasis *green chemistry*.

Instrumen Penelitian

Literasi sains yang diukur pada penelitian ini meliputi domain pengetahuan/konsep, domain kompetensi/ keterampilan, dan domain sikap. Instrumen penelitian berupa soal *pre-test* dan *post-test* menggunakan soal literasi numerasi, terdiri dari soal dalam bentuk pilihan ganda, pilihan ganda kombinasi, esai dan jawaban benar dan salah. Soal dikonversi melalui *google form* untuk memudahkan peserta didik mengakses dan mempercepat penilaian. Instrumen terdiri dari 20 butir soal mengenai zat dan perubahannya, *electroplating*, dan *green chemistry*. Instrumen dikembangkan tersaji di tabel 1.

Tabel 1. Indikator Soal Literasi Sains dan Capaian Pembelajaran

Domain Literasi Sains	Aspek Literasi sains	Indikator Capaian Pembelajaran	No soal
Pengetahuan Sains	Mengidentifikasi permasalahan secara Ilmiah	Menjelaskan pengetahuan ilmiah Menerapkan pengetahuan ilmiah yang didapatkannya Memprediksi hasil penyelesaian persoalan sederhana dan membuktikannya	1-3
		Menjelaskan fenomena yang terjadi dalam lingkungan Mengaitkan fenomena tersebut dengan ketrampilan teks pada bidang keahliannya	4 -10
Kompetensi Sains	Mendesain dan mengevaluasi penyelidikan Ilmiah	1. Menentukan dan mengikuti prosedur yang tepat 2. Menjelaskan cara penyelidikan ilmiah yang tepat 3. Mengidentifikasi kekurangan atau kesalahan pada desain percobaan ilmiah	11-14
		1. Mengidentifikasi kesimpulan berdasarkan tabel menyatakan benar atau salah dari permasalahan dan atau pertanyaan yang diajukan.	15 - 17
Sikap	Menerjemahkan data dan bukti- bukti secara ilmiah	1. Merencanakan aksi 2. Mengkomunikasikan proses dan hasil pembelajaran 3. Melakukan refleksi diri terhadap kegiatan yang dilaksanakan	18-20

Analisis Data

Profil literasi sains peserta didik diperoleh dengan menganalisis data jawaban asesmen *pre-test* dan *post-test* peserta didik. Data hasil tes literasi sains siswa dianalisis secara presentasi (%) dengan cara membandingkan jumlah soal benar terhadap total jumlah soal dikalikan seratus. Hasil akhir semua instrumen tes dalam bentuk persentase secara keseluruhan dan padasetiap indikator kemampuan literasi sains dan sikap sains. Nilai akhir dikategorikan berdasarkan tingkat kemampuan literasi sains yang terdiri dari sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat

rendah. Kriteria penilaian keterampilan literasi sains peserta didik tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Penilaian Keterampilan Literasi Sains Peserta didik

No.	Kategori	Interval Nilai
1	Sangat Tinggi	86 – 100
2	Tinggi	76 – 85
3	Sedang	60 – 75
4	Rendah	55 – 59
5	Sangat Rendah	≤ 54

Sumber: (Purwanto, 2008)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tiga aspek dari komponen kompetensi/proses sains dalam penilaian berbasis sains, yang meliputi mengidentifikasi pertanyaan ilmiah, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menggunakan bukti ilmiah. Langkah operasional penilaian berbasis sains dalam kegiatan eksperimen dapat dilakukan melalui langkah-langkah yaitu menentukan tema, melakukan observasi, merancang dan merencanakan, menguji hasil, mengukur/menghitung/kualifikasi output, dan mengkomunikasikan hasil (Firdaus & Asmali, 2021).

Penilaian sikap yang berhubungan dengan sains berperan penting dalam keputusan siswa untuk mengembangkan pengetahuan sains lebih lanjut, mengejar karier dalam sains, dan menggunakan konsep, dan metode ilmiah dalam kehidupan mereka. Sikap yang ingin dinilai dalam penelitian ini adalah sikap peduli lingkungan.

Konsep *green chemistry* yang diangkat dalam projek *electroplating* ini adalah penggunaan bahan kimia yang aman, penggunaan *green solvent*, dan pencegahan limbah. Konsep ini diaplikasikan pada proses *electroplating* yaitu pada bagian :

- Penggunaan logam pelapis dari bahan kimia aman; logam yang digunakan lebih aman jika dibuang langsung ke lingkungan karena tingkat toksisitasnya rendah, seperti: Nikel.
- Penggunaan pelarut asam organik; CH_3COOH (asam cuka) digunakan sebagai pelarut dan pengasam larutan elektrolit untuk plating. Asam cuka adalah jenis asam organik yang lebih aman daripada asam anorganik seperti HCl , HNO_3 , atau H_2SO_4 , sehingga asam cuka termasuk pelarut kimia yang aman.
- Pencegahan limbah; *Electroplating* menggunakan logam nikel sisa sampah proses *screen* namun proses pelapisan memberikan hasil plating yang berkualitas dan merata sehingga menggunakan prinsip mencegah limbah, *reuse* dan efisiensi energi.

Deskripsi profil literasi sains peserta didik, dilakukan dengan mengelompokkan pencapaian tingkat literasi berdasarkan indikator dari setiap soal tes yang disajikan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Profil literasi sains dari indikator capaian pembelajaran

Domain	Aspek literasi sains	Indikator Capaian Pembelajaran	Skor	Skor Rerata	Kategori
Pengetahuan Sains	Mengidentifikasi permasalahan secara Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menjelaskan pengetahuan ilmiah ▪ Menerapkan pengetahuan ilmiah yang didapatnya ▪ Memprediksi hasil persoalan sederhana dan menyelesaikannya 	36 %	48 %	sedang
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menjelaskan fenomena yang terjadi dalam lingkungan ▪ Mengaitkan fenomena tersebut dengan ketrampilan teks pada bidang keahliannya 	60 %		
Kompetensi sains	Mendesain dan mengevaluasi penyelidikan Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menentukan dan mengikuti prosedur yang tepat ▪ Menjelaskan cara penyelidikan ilmiah yang tepat ▪ Mengidentifikasi kekurangan atau kesalahan pada desain percobaan ilmiah 	47 %	66 %	sedang
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengidentifikasi kesimpulan berdasarkan tabel menyatakan benar atau salah dari permasalahan dan atau pertanyaan yang diajukan 	85 %		
Sikap	Menerjemahkan data dan bukti-bukti secara ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Merencanakan aksi ▪ Mengkomunikasikan proses dan hasil pembelajaran ▪ Melakukan refleksi diri terhadap kegiatan yang dilaksanakan 	63 %	63 %	sedang

Data tabel 3 mendeskripsikan bahwa profil literasi sains peserta didik pada aspek mengidentifikasi permasalahan ilmiah sebesar 48%. Secara lebih spesifik pada kondisi ini peserta didik mampu menjelaskan dan menerapkan pengetahuan ilmiah yang diperolehnya dan memprediksi serta menyelesaikan hasil persoalan sederhana sebesar 36%. Kemampuan ini menjadi kemampuan terendah yang dimiliki oleh peserta didik diantara indikator lainnya. Selanjutnya peserta didik mampu menjelaskan fenomena yang terjadi dalam lingkungan dan mengaitkannya dengan keterampilan yang dimilikinya sebesar 60%. Kategori ini menunjukkan kemampuan peserta didik pada domain pengetahuan sains di kategori rendah. Oleh karena itu dibutuhkan pembelajaran yang menekankan siswa untuk berorientasi pada konteks nyata yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari sehingga membuat siswa menjadi pembelajar mandiri (Arends, 2012).

Kemampuan peserta didik pada domain kompetensi sains ditunjukkan pada tabel 3 sebesar 66%. Peserta didik mampu menentukan dan mengikuti prosedur dengan tepat, menjelaskan cara penyelidikan ilmiah yang tepat, dan mampu

mengidentifikasi kesalahan pada desain percobaan ilmiah. Peserta didik juga mampu mengidentifikasi kesimpulan berdasarkan permasalahan yang ada, yang termasuk kategori sedang. Hal ini kemungkinan besar ditunjang pula oleh model pembelajaran projek dan profil peserta didik SMK yang sudah terbiasa dengan praktek atau projek di laboratorium sehingga memiliki kompetensi keterampilan kerja.

Aspek literasi sains terakhir adalah sikap. Pada tabel 3 menunjukkan 63% berada pada kategori sedang. Peserta didik merencanakan aksi, mengkomunikasikan proses dan hasil pembelajaran, serta melakukan refleksi diri terhadap kegiatan yang dilaksanakan. Pada aspek ini perlu lebih ditekankan pada sikap peduli lingkungan sehingga peserta didik diharapkan mampu menerapkan sikap peduli lingkungan ini bukan hanya di laboratorium sekolah tetapi juga di lingkungan rumah dan masyarakat sekitarnya.

Hasil analisis kemampuan peserta didik dalam literasi sains pada penelitian ini bisa ditunjang dengan model pembelajaran yang berbentuk projek, di mana peserta didik ikut terjun dalam melakukan percobaan atau praktek dan mengerjakan sesuai prosedur dan arahan dari guru pembimbing. LKPD dan lembar diskusi juga sangat membantu dalam mengarahkan tingkat pemahaman dan kompetensi proses peserta didik.

Profil literasi sains peserta didik yang diperoleh merupakan hasil penerapan pembelajaran yang komprehensif, di mana model pembelajaran, tema pembelajaran dan semua instrument yang digunakan harus tervalidasi dan teruji reliabilitasnya sehingga bisa menghasilkan penelitian yang berkualitas. Topik *electroplating* berbasis *green chemistry* merupakan topik yang sesuai untuk meningkatkan pengetahuan sains, kompetensi sains dan sikap sains yang ingin dicapai. Hal ini juga sesuai dengan keterampilan atau kompetensi siswa yang ingin dicapai pada siswa SMK. Siswa SMK diharapkan memiliki kompetensi yang tinggi agar berdaya saing di dunia industri.

Kemampuan literasi sains peserta didik SMK akan sangat dibutuhkan oleh dunia industri karena sangat membantu dalam menyelesaikan permasalahan di dunia kerja dan di dunia nyata. Oleh karena itu peran guru sangat membantu untuk bisa terus meningkatkan tingkat literasi sains peserta didik melalui pembelajaran.

Merujuk pada hasil penelitian oleh Irmida yang mengembangkan perangkat pembelajaran literasi sains peserta didik dengan menggunakan sintaks eksplorasi menyimpulkan bahwa membentuk konsep, mengembangkan konsep, memantapkan konsep dan penilaian dalam pembelajaran sains perlu dikembangkan dalam bentuk pembelajaran berbasis praktikum (Irmida, 2018).

Pembelajaran literasi sains juga sangat baik bila dilakukan dengan pendekatan *green chemistry* agar pesertadidik dapat mengaplikasikan ilmu sains yang diperolehnya menjadi bentuk pemilihan sikap peduli atau ramah terhadap lingkungan. Pada penerapannya peserta didik diarahkan dan dibimbing oleh gurunya agar projek yang dilakukan sesuai dengan alur pembelajaran (Najih, 2019).

SIMPULAN DAN SARAN

Profil literasi sains peserta didik SMK pada domain pengetahuan sains dikategorikan rendah dengan persentase sebesar 48%, domain kompetensi sains dikategorikan sedang dengan presentasi sebesar 66%, dan domain sikap dikategorikan sedang dengan persentase sebesar 63 %. Profil literasi sains perlu terus ditingkatkan terutama dengan pembelajaran berbasis praktikum dan pendekatan *green chemistry* yang menengahkan pengetahuan nyata yang disertai kompetensi dan pembentukan sikap dengan konsep nyata bagi peserta didik. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik SMK mampu menghadapi tantangan di dunia industri dan tantangan di abad 21.

Saran penelitian selanjutnya yaitu perlunya untuk menerapkan pembelajaran proyek pada pembelajaran kimia berbasis praktikum sehingga dapat meningkatkan literasi sains peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aas, S., & Purba, M. (2017). *Kimia SMK/MAK Kelas X Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa* (N. Daisy (ed.); 2017th ed.). Penerbit Erlangga.
- Arends, R. (2012). *Learning to teach*. McGraw-Hill Companies, Inc. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Dicks, A. P., Jessica, C. D., Morra, B., Chisu, C. K., Quinlan, K. B., & Cannon, A. S. (2019). *A Systems Thinking Department: Fostering a Culture of Green Chemistry Practice among Students*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00287>
- Duangpummet, P., Chaiyen, P., & Chenprakhon, P. (2019). Lipase-Catalyzed Esterification: An Inquiry-Based Laboratory Activity To Promote High School Students' Understanding and Positive Perceptions of Green Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(6), 1205–1211. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00855>
- Firdaus, M., & Asmali, A. (2021). Pengembangan instrumen penilaian berbasis literasi sains. In *Kemendikbudristek*. Kemendikbudristek. http://repositori.kemdikbud.go.id/25166/%0Ahttp://repositori.kemdikbud.go.id/25166/1/2203011837-2-PDF_86401.pdf
- Hjeresen, D. L., Boese, J. M., & Schutt, D. L. (2000). Green Chemistry and Education. *Journal of Chemical Education*, 77(12), 1543. <https://doi.org/10.1021/ed077p1543>
- Irmita, L. U. (2018). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menggunakan Model Pembelajaran Science Technology Society Untuk Meningkatkan Literasi Sains. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 1(2), 32–39. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v1i2.2322>
- Kemendikbudristek. (2019). *Kurikulum Merdeka Jadi Jawaban untuk Atasi Krisis Pembelajaran*. November, 1–4. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2022/02/kurikulum-merdeka-jadi-jawaban-untuk-atasi-krisis-pembelajaran>
- Kemendikbudristek. (2022a). *Capaian Pembelajaran*.
- Kemendikbudristek. (2022b). Salinan Kemendikbudristek No. 56 Tahun 2022 Pedoman penerapan kurikulum dalam rangka pemulihan pembelajaran.

- Menpendikbudristek*, 1–112. jdih.kemendikbud.go.id
- Larasati, D. (2017). *Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Lks Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Aspek Proses Dan Sikap ...*. <https://lib.unnes.ac.id/32431/>
- Najih, S. K. (2019). Penggunaan Pigmen Alami Pada Tenun Troso Dengan Fiksasi Asam-Basa: Pendekatan Green Chemistry Melalui Project Based Learning. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 3(1), 54–64. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v3i1.3368>
- PISA. (2018). Programme for International Student Assessment (PISA). *The Language of Science Education*, 79–79. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-497-0_69
- Purwanto, N. M. (2008). *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. PT. Remaja Rosda Karya.
- Sakti, I., Nirwana, N., & Swistoro, E. (2021). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Literasi Sains Mahasiswa Pendidikan Ipa. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 35–42. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.1.35-42>
- Sanders, R. W., Crettol, G. L., Brown, J. D., Plummer, P. T., Schendorf, T. M., Oliphant, A., Swithenbank, S. B., Ferrante, R. F., & Gray, J. P. (2018). Teaching Electrochemistry in the General Chemistry Laboratory through Corrosion Exercises. *Journal of Chemical Education*, 95(5), 842–846. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00416>
- Saptorini, & Widodo. (2014). Green Chemistry Dalam Desain Pembelajaran Project-Based Learning Berbasis Karakter Di Madrasah Aliyah Se-Kabupaten Demak. *Rekayasa*, 12(1), 57–69.
- Sharma, R. K., Yadav, S., Gupta, R., & Arora, G. (2019). Synthesis of Magnetic Nanoparticles Using Potato Extract for Dye Degradation: A Green Chemistry Experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 3038–3044. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00384>
- Sholahuddin, A., Hayati, N., Iriani, R., Saadi, P., & Susilowati, E. (2021). Project-based learning on ethnoscience setting to improve students' scientific literacy. *AIP Conference Proceedings*, 2330(March). <https://doi.org/10.1063/5.0043571>
- Silitonga, F. S. (2018). Desain E-Modul Berbasis Kemaritiman Pada Matakuliah Kimia Lingkungan Dengan Pendekatan Project Based Learning. *Jurnal Zarah*, 6(2), 63–67. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i2.773>
- Supriyanti, S. (2020). *Project Based Learning - Information Literacy untuk Meningkatkan (PjBL-IL) Ketrampilan Berikir Kritis*.
- The George Lucas Educational Foundation. (2005). *Designing Worthwhile PBL Projects for High School Students , Part 2*. 1–5.
- Winarni, E. W., & Purwandari, E. P. (2020). Project-based learning to improve scientific literacy for primary education postgraduate students in science subject. *Jurnal Prima Edukasia*, 8(1), 67–77. <https://doi.org/10.21831/jpe.v8i1.30618>