

**DESAIN DIDAKTIS PjBL BERORIENTASI ESD PADA TOPIK  
BIODIESEL UNTUK MENUMBUHKAN KEMAMPUAN LITERASI  
SAINS MAHASISWA CALON GURU KIMIA**

**TESIS**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Magister  
Pendidikan Kimia pada Program Studi Pendidikan Kimia



Disusun Oleh :

Aldini Aulia

NIM : 2313408

**MAGISTER PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2024**

**DESAIN DIDAKTIS PjBL BERORIENTASI ESD PADA TOPIK  
BIODIESEL UNTUK MENUMBUHKAN KEMAMPUAN LITERASI  
SAINS MAHASISWA CALON GURU KIMIA**

Oleh :  
Aldini Aulia

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Aldini Aulia  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2024

Hak cipta dilindungi Undang-Undang  
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan cetak ulang .  
di fotocopy atau cara lainnya tanpa seizin penulis

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ALDINI AULIA**  
**DESAIN DIDAKTIS PjBL BERORIENTASI ESD PADA TOPIK BIODIESEL UNTUK**  
**MENUMBUHKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS MAHASISWA CALON GURU**  
**KIMIA**

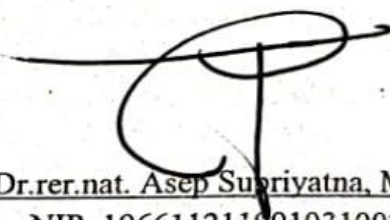
Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing 1,



Dr. Hernani, M.Si.  
NIP. 196711091991012001

Pembimbing 2,



Dr. rer.nat. Asep Supriyatna, M.Si  
NIP. 196611211991031002

Kepala Program Studi Magister Pendidikan Kimia,



Dr. H. Wiji, M.Si.  
NIP. 197204302001121001

## ABSTRAK

Mahasiswa sebagai *agent of change* merupakan pionir dalam mempromosikan pembangunan berkelanjutan, namun mahasiswa masih menemukan ketidakselarasan antara keyakinan dan tindakan mereka dalam hal keberlanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan desain didaktis PjBL berorientasi ESD pada topik biodiesel yang tervalidasi untuk menumbuhkan kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru kimia. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode campuran (*mixed method*) *Exploratory sequential design*. Kerangka teknis dalam penelitian *mixed method* ini menggunakan *Didactical Design Research* (DDR) yang terdiri dari 3 tahapan, (1) Analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran, (2) Analisis situasi didaktis saat pembelajaran, dan (3) Analisis situasi didaktis setelah pembelajaran. Instrumen yang digunakan meliputi lembar pedoman wawancara, rancangan desain didaktis, lembar kerja mahasiswa, soal literasi sains, rekaman dan video. Partisipan dalam penelitian ini adalah mahasiswa program studi pendidikan kimia di salah satu Universitas Negeri di Kota Bandung yang mengambil mata kuliah MSTR di semester 4. Adapun hasil dari penelitian ini menunjukkan 1) Hambatan belajar yang dominan teridentifikasi sebagai *epistemological learning obstacle*. 2) Desain didaktis menggunakan model pembelajaran *Project-based Learning* berorientasi ESD disusun meliputi situasi didaktis, antisipasi dari pendidik, prediksi respon dari mahasiswa dan telah tervalidasi. 3) Berdasarkan hasil implementasi desain didaktis PjBL berorientasi ESD pada topik biodiesel terbukti dapat mengatasi hambatan belajar yang muncul saat pembelajaran berlangsung. 4) Kemampuan literasi sains mahasiswa pada uji coba skala terbatas mendapatkan rata-rata nilai tes literasi sains 91 dan termasuk kedalam kategori sangat baik

Kata Kunci : Desain didaktis, ESD, PjBL, Biodiesel, Literasi Sains

## **ABSTRACT**

*Students as agents of change are pioneers in promoting sustainable development, but students still find a misalignment between their beliefs and actions in terms of sustainability. This study aims to produce a validated ESD-oriented PjBL didactic design on the topic of biodiesel to foster scientific literacy skills of prospective chemistry teacher students. The method used in this study is a mixed method Exploratory sequential design. The technical framework in this mixed method study uses Didactic Design Research (DDR) which consists of 3 stages, (1) Analysis of didactic situations before learning, (2) Analysis of didactic situations during learning, and (3) Analysis of didactic situations after learning. The instruments used include interview guide sheets, didactic design drafts, student worksheets, science literacy questions, recordings and videos. Participants in this study were students of the chemistry education study program at a State University in Bandung City who took the MSTR course in semester 4. The results of this study indicate 1) The dominant learning obstacles are identified as epistemological learning obstacles. 2) Didactic design using the ESD-oriented Project-based Learning learning model is arranged including didactic situations, anticipation from educators, predictions of student responses and has been validated. 3) Based on the results of the implementation of the ESD-oriented PjBL didactic design on the topic of biodiesel, it has been proven to overcome learning obstacles that arise during learning. 4) Students' scientific literacy skills in limited-scale trials obtained an average scientific literacy test score of 91 and are included in the very good category.*

*Keywords: Didactic design, ESD, PjBL, Biodiesel, Science Literacy*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	6
1.3    Tujuan Penelitian.....	7
1.4    Pembatasan Masalah .....	7
1.5    Manfaat Penelitian.....	7
1.6    Sistematika Penulisan.....	8
BAB II.....	9
KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1    Desain Didaktis .....	9
2.2 <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	12
2.3    ESD ( <i>Education for Sustainable Development</i> ).....	15
2.4    Literasi Sains .....	21
2.4.1    Aspek Kompetensi Literasi Sains .....	22
2.4.2    Aspek Pengetahuan Literasi Sains .....	24
2.4.3    Aspek Identitas Sains .....	27

2.4.4	Aspek Konteks Literasi Sains .....	29
2.4	Biodiesel .....	29
2.4.4	Pengertian Biodiesel.....	30
2.4.5	Bahan Baku Biodiesel .....	31
2.4.6	Proses pembuatan Biodiesel.....	32
BAB III .....		33
METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Desain dan Metode Penelitian .....	33
3.2	Partisipan dan Lokasi Penelitian .....	34
3.3	Instrumen Penelitian .....	34
3.4	Prosedur Penelitian dan Alur Penelitian.....	35
3.5	Analisis Data .....	39
BAB IV .....		42
PEMBAHASAN .....		42
4.1	Hambatan Belajar Mahasiswa Calon Guru Kimia Pada Topik Biodiesel	
	42	
4.1.1	Tujuan Pembelajaran Awal .....	42
4.1.2	Hambatan Belajar Mahasiswa Calon Guru Kimia .....	45
4.1.3	Tujuan Pembelajaran yang Mengakomodir Hambatan Belajar .....	54
4.2	Desain Didaktis PjBL Berorientasi ESD pada Topik Biodiesel.....	58
4.2.1	Peta Sekuensi .....	59
4.2.2	Hasil Optimasi.....	61
4.2.3	Desain Didaktis pada Tahap Merancang Percobaan.....	64
4.2.4	Desain Didaktis pada Tahap Melakukan Percobaan .....	69
4.2.5	Desain Didaktis pada Tahap Melaporkan Hasil Percobaan .....	71

4.2.6	Hasil Validasi Desain Didaktis PjBL Berorientasi ESD pada Topik Biodiesel dan Soal Literasi Sains.....	73
4.3	Hasil Implementasi Desain Didaktis PjBL Berorientasi ESD pada Topik Biodiesel.....	80
4.3.1	Aspek Literasi Sains pada Saat Merancang Percobaan.....	80
4.3.2	Aspek Literasi Sains pada Saat Melakukan Percobaan.....	91
4.3.3	Aspek Literasi Sains Pada Saat Melaporkan Hasil Percobaan.....	97
4.3.4	Desain Didaktis PjBL Berorientasi ESD pada Topik Biodiesel dalam Mengatasi Hambatan Belajar pada Topik Biodiesel.....	101
4.4	Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru kimia.....	104
BAB V.....		113
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....		113
5.1	Kesimpulan.....	113
5.2	Implikasi .....	114
5.3	Rekomendasi .....	114
DAFTAR PUSTAKA .....		117
LAMPIRAN.....		127



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan segitiga didaktis .....	11
Gambar 2.2 Tahapan Pembelajaran PjBL.....	15
Gambar 2.3 17 Tujuan SDGs .....	16
Gambar 2.4 Reaksi Transesterifikasi Biodiesel .....	32
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	37
Gambar 4.1 Peta konsekuensi topik biodiesel .....	61
Gambar 4.2 Reaksi Transesterifikasi Biodiesel .....	62
Gambar 4.3 Biodiesel dari minyak jelantah NaOH 0,35 gram .....	62
Gambar 4.4 Biodiesel dari minyak jarak NaOH 0,35 gram.....	63
Gambar 4.5 Biodiesel dari minyak jarak NaOH 0,525 gram.....	63
Gambar 4.6 Biodiesel dari minyak jelantah percobaan ke-2 .....	64
Gambar 4.7 Biodiesel dari minyak jarak percobaan ke-3 .....	64
Gambar 4.8 Desain didaktis tahap merancang proyek pembuatan biodiesel.....	68
Gambar 4.9 Desain didaktis tahap melakukan percobaan .....	70
Gambar 4.10 Desain didaktis tahap mengkomunikasikan hasil percobaan .....	72
Gambar 4.11 Desain didaktis hasil validasi pada tahap merancang .....	77
Gambar 4.12 Cuplikan jawaban LKM hasil diskusi kelompok 2 .....	84
Gambar 4.13 Cuplikan jawaban LKM menengai identifikasi bahan baku biodiesel .....	86
Gambar 4.14 Cuplikan LKM rancangan percobaan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah .....	88
Gambar 4.15 Cuplikan LKM rancangan percobaan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah .....	89
Gambar 4.16 Cuplikan LKM rancangan percobaan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah .....	90
Gambar 4.17 Cuplikan Data pengamatan uji FFA minyak jarak.....	92
Gambar 4.18 Cuplikan data pengamatan uji FFA minyak jelantah .....	93
Gambar 4.19 Cuplikan data pengamatan hasil transesterifikasi minyak jarak .....	94
Gambar 4.20 Cuplikan data pengamatan hasil transesterifikasi minyak jelantah .....	95
Gambar 4.21 Cuplikan data rendemen biodiesel yang didapatkan mahasiswa .....	96
Gambar 4.22 Cuplikan link video edukasi pembuatan biodiesel .....	100
Gambar 4.23 Rata-rata nilai literasi sains mahasiswa pada aspek pengetahuan, kompetensi dan identitas sains .....	105
Gambar 4.24 Sebaran jawaban benar pada tiap soal aspek pengetahuan .....	106
Gambar 4.25 Sebaran jawaban benar pada tiap soal aspek kompetensi .....	108
Gambar 4.26 Sebaran jawaban benar pada tiap soal aspek identitas sains .....	111

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kompetensi ilmiah literasi sains PISA 2025 .....	22
Tabel 2.2 Aspek pengetahuan literasi sains PISA 2025.....	24
Tabel 2.3 Identitas sains PISA 2025 .....	27
Tabel 3.1 Teknik pengumpulan Data .....	34
Tabel 3.2 Kategori pertanyaan dan nomor pertanyaan lembar pedoman wawancara .....	39
Tabel 3.3 Kategori penilaian kemampuan literasi sains.....	41
Tabel 4.1 Tujuan Pembelajaran Awal.....	42
Tabel 4.2 Hasil analisis wawancara pertanyaan kategori 1 .....	46
Tabel 4.3 Hasil analisis hambatan belajar pertanyaan kategori 1 .....	47
Tabel 4.4 Hasil analisis wawancara pertanyaan kategori 2.....	47
Tabel 4.5 Hasil analisis hambatan belajar pertanyaan kategori 2 .....	48
Tabel 4.6 Hasil analisis wawancara pertanyaan kategori 3.....	49
Tabel 4.7 Hasil analisis hambatan belajar pertanyaan kategori 3 .....	50
Tabel 4.8 Hasil analisis wawancara pertanyaan kategori 4.....	51
Tabel 4.9 Hasil analisis hambatan belajar pertanyaan kategori 4 .....	52
Tabel 4.10 Tujuan Pembelajaran dan indikator yang mengakomodir hambatan belajar ..	54
Tabel 4.11 hasil optimasi pembuatan biodiesel percobaan I.....	62
Tabel 4.12 hasil optimasi pembuatan biodiesel percobaan II .....	63
Tabel 4.13 Perbaikan hasil validasi menganalisis masalah.....	73
Tabel 4.14 Perbaikan hasil validasi mengidentifikasi potensi .....	75
Tabel 4.15 Perbaikan soal literasi sains .....	78
Tabel 4.16 Hambatan belajar yang telah teratasi saat proses pembelajaran .....	101
Tabel 4.17 Hambatan belajar yang belum teratasi .....	101
Tabel 4.18 Perbaikan Desain Didaktis Sebelum Dan Setelah Implementasi .....	102
Tabel 4.19 Kategori Soal Literasi Sains.....	104
Tabel 4.20 Kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru kimia.....	105

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemetaan Tujuan Pembelajaran.....	128
Lampiran 2 Lembar Wawancara dan Hasil wawancara.....	138
Lampiran 3 Validasi rancangan Desain Didaktis.....	172
Lampiran 4 Cuplikan Lembar Kerja Mahasiswa pada Topik Biodiesel.....	226
Lampiran 6 Hasil jawaban soal literasi sains mahasiswa .....	256
Lampiran 7 Rubrik dan Nilai mengkomunikasikan hasil percobaan pembuatan biodiesel .....	258
Lampiran 8 Surat izin penelitian .....	263
Lampiran 9 Dokumentasi Kegiatan Pembelajaran.....	264

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. A. (2016). Desain Didaktis Pembelajaran Hidrolisis Didasarkan Hasil Refleksi Diri Guru Melalui Lesson Analysis. *Jurnal Edukasi Kimia*, 1(1), hlmn. 6-11. [ojs.serambimkekkah.ac.id/index.php/JEK](http://ojs.serambimkekkah.ac.id/index.php/JEK).
- Ardianto, D., & Rubbini, B. (2016). Comparison of Students Scientific Literacy In Integrated Science Learning Through Model of Guided Discovery and Problem Based Learning. *Indonesian Journal Of Science Education*, 5(1), 31-37.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Aye, S., & Win, Y. M. (2020). Integration Of Education For Sustainable Development (Esd) Into Middle School Science Teaching Through Lesson Study. *J. Myanmar Acad. Arts Sci*, Vol 18 (9), hlm. 413-425.
- Burmeister, M., Rauchb, F., & Eilksa, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education†. *Chemistry Education Research and Practice*, vol 13, hlm. 59-68.
- CEI. (2022). *Buku Panduan Energi yang Terbarukan*. Jakarta : Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat.
- Chen, S.-Y., & Liu, S.-Y. (2018). Reinforcement of Scientific Literacy through Effective Argumentation on an Energy-related Environmental Issue. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Vol 14(12) em1625.
- Creswell, J. W. (2014). *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Edinburgh: Pearson.

- Desnita. (2017). Project-Based Learning Strategy in the Renewable Energy Education at State. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, Vol 5, hlm.663-668. <http://ijmcr.com/project-based-learning-strategy-in-the-renewable-energy-education-at-state-university-of-jakarta/>.
- Dewi, C. A., Erna, M., Martini, Haris, & Kundera, I. N. (2021). Effect of Contextual Collaborative Learning Based Ethnoscience to Increase Studentnts Scientific Literacy Ability. *Journal Of Turkish Science Education*, 18(3): DOI: <https://doi.org/10.36681/>.
- Dewi, R. K. (2022). Analisis Kesulitan Belajar pada Mahasiswa Tadris Kimia Materi Biokimia di UIN. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, Vol 16 (1). <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK>.
- Dimawarnita, F., Emha, Z. M., Koto, A., & Faramitha, Y. (2023). KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA KIMIA BIODIESEL BERBASIS MINYAK NABATI. *Warta PPKS*, Vo 8 (1), <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v28i1.98>.
- Ekantini, A., & Wilujeng, I. (2018). The Development of Science Student Worksheet Based on Education For Enviromental Sustainable Development to enchance Scientific Literacy. *Universal Journal of Educational Research*, vol 6 (6), hlm. 1339-1347.
- Enright, M., Butler, J., & Sebuyira, A. (2023, Desember 14). *Green Chemistry Teaching and Learning Comunity*. Retrieved November 12, 2023, from [gctlc.org](https://gctlc.org): <https://gctlc.org/synthesis-and-analysis-biodiesel-unit>
- Günter, T., Akkuzu, N., & Alpat, Ş. (2017). Understanding ‘green chemistry’ and ‘sustainability’: an example of problem-based learning (PBL). *Research in Science & Technological Education*.
- Guo, M., Song, W., & Buhain, J. (2015). Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 42, 712-725.

- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 2020, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>.
- Hamidah, H., Rabbani, T. A., Fauziah, S., Puspita, R. A., Gasalba, R. A., & Nirwansyah. (2020). *HOTS-Oriented Module: Project Based Learning*. Jakarta Selatan: SEAMEO QITEP in Language.
- Hariram, N. P., Mekha, K. B., Suganthan, V., & Sudhakar, K. (2023). Sustainalism: An Integrated Socio-Economic-Environmental Model to Address Sustainable Development and Sustainability. *Sustainability*, 15, 10682. <https://doi.org/10.3390/su151310682>.
- Hasan, S. S., Williams, G. A., & Jaiswal, A. K. (2019). Moving towards the second generation of lignocellulosic biorefineries in the EU: Drivers, challenges, and opportunities. *Renewable and Sustainable*, 590–599. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.041>.
- Hoque, F., Yasin, R. M., & Sopian, K. (2022). Revisiting Education for Sustainable Development: Methods to Secondary School Students toward Renewable Energy. *Sustainability*, 1-18. <https://doi.org/10.47611/jsrhs.v12i2.4324>.
- Hudson, B., Meyer, M. A., & Barbara. (2011). *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe*. Leverkusen: Verlag Barbara Budrich.
- Hutrindo, E. (2015). *Modul Pengenalan Bioenergi*. Jakarta: Kementerian Energi Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- IESR. (2023). *Indonesia Energy Transition Outlook 2024*. Jakarta Selatan: Institute for Essential Services Reform (IESR).
- Jaya, M. S. (2010). Sosialisasi Pengembangan Tanaman Jarak Pagar (*Fatropia Curcas*, Lynn) Sebagai Bahan Bakar Nabati. *Jurnal Ilmiah Prodi Agribisnis, Fak Pertanian Dwijedra*, Vol 1 (1), hlm. 26-31.

- Jeswani, H. K., Chilvers, A., & Azapagic, A. (2020). Environmental sustainability of biofuels: a review. *The Royal Society Publishing*, 476. <https://doi.org/10.1098/rspa.2020.0351>.
- Jun Yang, C. X. (2013). Synthesis and Determination of Biodiesel: An Experiment for High School Chemistry Laboratory. *Journal Of Chemical Education*, 2013, 90, 10, 1362–1364. Doi : <https://doi.org/10.1021/ed400210r>.
- Juntunen, M., & Aksela, M. (2014). Education for Sustainable Development in Chemistry- Challenge and Pedagogical Models in Finland and Elsewhere. *Chemistry Education Research and Practice Royal Society of Chemistry*.
- Khaerudin, R. B., Supriatna, A., Hendayana, S., & Herwantono. (2023). Desain Didaktis Konsep Reaksi Reduksi Oksidasi. *Orbital :Jurnal Pendidikan Kimia*, Vol 7 (1), hlm. 25-30. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v7i1.17524>.
- Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2019). Education for Sustainable Development: A Systemic Framework for Connecting the SDGs to Educational Outcomes. *Sustainability*, 11, (6104 ). 10.3390/su11216104.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project-based learning: A proven approach to rigorous classroom instruction*. USA: Buck Institute for Education.
- Lebeaume, J. (2001). *Reference socio-technical practices, aconcept for didactic intervention In A. Rouchier Ed, The didactic genius* . Brussels: DeBoeck.
- Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). *Issues and trends in Education for Sustainable Development*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Lestari, F., Saryantono, B., Syazali, M., Saregar, A., Madiyo, M., Jauhariyah, D., & Umar, R. (2019). Cooperative Learning Application with the Method of "Network Tree Concept Map" : Based on Japanese Learning System Approach. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(1), hlm.15-32. 10.17478/jegys.471466.

- Listyarini, R. V. (2019). Promoting Sustainability In Undergraduate Program :Student's Perception In Green Chemistry Course. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, Vol 3 (1).
- Lumbangaol, P. H. (2007). Energi Terbarukan Untuk Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia. *Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen*.
- Maftuchah, Reswari, H. A., Ishartati, E., Zainudin, A., & Sudarmo, H. (2015). Heretability and correlation of vegetative and generative character on. *Energy Procedia*, 2015;65:186–93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.01.058>.
- Maftuchah, Zainudin, A., Winaya, A., & Rahmadesi, Y. (2020). Biodiesel generated from Jatropha (*Jatropha curcas* Linn.) seeds selected based on various genotypes crossbred. *Energy Report*, Vol 6 (8), hlm. 345-350. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.11.160>.
- Magliaro. (2006). Student models of instructional design. . *Educational Technology Research and Development*, 54(1), hlm. 86-106. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-6498-y>.
- Magliaro, S. (2006). Student models of instructional design. Educational . *Technology Research and Development*,, 54(01), 83–106. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-6498-y> .
- Malode, S. J., Prabhu, K. K., Mascarenhas, R. J., & Shetti, N. P. (2021). Recent advances and viability in biofuel production. *Energy Conversion and Management: X*, 10 (2021) 100070. Doi : <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2020.100070>.
- Mathew, G. M., Raina, D., Narisetty, V., V. K., S. S., Pugazhendi, A., Binod, P. (2021). Recent advances in biodiesel production: Challenges and solutions. *ELSEVIER: Science of the Total Environment*, 794 (2021) 148751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148751>.



- Mazurkiewicz, A., & Elgin, C. (2023). Associations Between Biofuel Production and Sustainable Development Goals 2, 6, 7, 13, and 15. *Journal Of Student Research*, 12 (2), hlm. 1-19. <https://doi.org/10.47611/jsrhs.v12i2.4324>.
- Mennani, M., Rouf, K., & Khyati, A. (2023). Epistemological and Didactic Difficulties of Teaching Chemistry in Moroccan High Schools . *Journal of Educational and Social Research*, vol 3 (3), hlm 60-68 <https://doi.org/10.36941/jesr-2023-0057>.
- Nazari, M. T., Mazutti, J., Basso, L. G., Colla, L. M., & Brandli, L. (2020). Biofuels and their connections with the sustainable development goals: a bibliometric and systematic review. *Environment, Development and Sustainability*.
- Obama, B. (2017). The irreversible momentum of clean energy. *Science*, 355(5977),hlm. 463-466.
- OECD. (2017). *PISA 2015 Results (Volume III): Students Well-Being* . Paris: OECD Publishing .
- OECD. (2023). *PISA 2025 Science Framework (Second Draft)*. OECD.
- Olensia, Y., Hendayana, S., & Mudzakir, A. (2014). Desain Didaktis Konsep Pengendapan Pengaruh Penambahan Ion Senama dan Pengaruh pH terhadap Kelarutan pada Pembelajaran Kimia SMA. *Proceeding 1st National Research Symposium UM-821-833, NRS-PO-39*, hlm. 801-813. .
- Paristiowati, M., Rahmawati, Y., Fitriani, E., Satrio, J. A., & Hasibuan, N. A. (2022). Developing Preservice Chemistry Teachers' Engagement with Sustainability Education through an Online Project-Based Learning Summer Course Program. *Sustainability*, Vol 14 (3), 1783. <https://doi.org/10.3390/su14031783>.
- PISA. (2018). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD.

- Purwaamijaya, I. M., & Masri, R. M. (2007). Pengembangan Pengolahan Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* Linnaeus) Menjadi CJCO Sebagai Bahan Bakar yang Ramah Lingkungan . *Jurusan Teknik Sipil FPTK UPI*.
- Putri, T. R., Masriani, Rasmawan, R., Hairida, & Erlina. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Pendidikan Kimia di Universitas Tanjungpura. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*, Vol 6(2), hlm. 164-179. DOI: 10.24815/jipi.v6i2.25460.
- Queiruga, D. M., LópezIñesta, E., Diez, O. M., Sáiz, M. M., & Dorrió, J. B. (2020). Citizen Science for Scientific Literacy and the Attainment of Sustainable Development Goals in Formal Education. *Sustainability*, 12, (4283). 10.3390/su12104283.
- Qureshi, S. M. (2020). Learning by sustainable living to improve sustainability literacy. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, , Vol 21(1), hlm. 161-178, <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2019-0001>.
- Radhiana, Yana, S., Zainuddin, Susanti, Kasmaniar, & Hanum, F. (2023). Strategi Keberlanjutan Pembangunan Energi Terbarukan Jangka Panjang Indonesia: Kasus Biomassa Energi Terbarukan di Sektor Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan Indonesia. *Jurnal Sermbi Engineering*, Vol 8 (1), 4978-4990.
- Riskulova, K., & Yuldoshova, U. (2020). The Role of Didactic In Teaching Process. *Theoretical & Applied Science*, 85 (5), hlm. 786-792. 10.15863/TAS.2020.05.85.146.
- Ruhul, A. M., Kalam, M. A., Masjuki, H. H., Fattah, I. M., Reham, S. S., & Rashed, M. M. (2015). State of the art of biodiesel production processes:. *The Royal Society of Chemistry 2015*, 2015 (5), hlm. 101023–101044. Doi : 10.1039/c5ra09862a.
- Sakti, I., Nirwana, & Eko. (2021). Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Literasi Sains Mahasiswa Pendidikan Ipa. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4 (1), hlm. 35-42. 10.33369/jkf.4.1.35-42.

- Sari, M. P., Andromeda, & Hardinata, A. (2020). Studi Kesulitan Belajar Mahasiswa Jurusan Pendidikan IPA dalam Mempelajari Sifat Periodik Unsur. *JEP (Jurnal Eksakta Pendidikan)* , Vol 4 (1), Hlm. 18-26. Doi: <https://doi.org/10.24036/jep/vol4-iss1/379>.
- Serghini, M. R., Kamal, K., & Khyati, A. (2022). Design and use of an analysis grid for initial teacher training case of reflective analysis module . *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering* , Vol 14 (3), hlm. 161-167.
- Shullaa, K., Filho S, W. L., Lardjaned, Sommera, J. H., & Borgemeister, C. (2020). Sustainable development education in the context of the 2030 Agenda for sustainable development. *International Journal of Sustainable Development &*, <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1721378>.
- Sjöström, J., Eilks, I., & Talanquer, V. (2020). Didaktik Models in Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 97 (4), hlm. 910-915.
- Sumanik, N. B., Nurvitasari, E., & Siregar, L. F. (2021). Analisis Profil Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Pendidikan Kimia. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, Vol 12(1), hlm. 22-32.
- Suryadi, D. (2013). Didactical Design Research (DDR) Dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung* .
- Suryadi, D. (2019). *Penelitian Desain Didaktis (DDR) dan Implementasinya*. Bandung : Gapura Press.
- Suzihaque, M. U., Alwi, H., Ibrahim, U. K., Abdullah, S., & Haron, N. (2022). Biodiesel production from waste cooking oil: A brief review. *Materials Today: Proceedings*, 63, (2022), hlm. 5490-5495. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.527>.

- Thakur, P., Dutt, S., & Chauhan, A. (2021). Problem Based Learning in Education—its Need for Sustainable Development. *Journal of Engineering Education Transformations*, Vol 34(4), hlm. 58-66.
- Thilakarathne, K. A., Miyuranga, V., Arachchige, S. U., Weerasekara, N. A., & Jayasinghe, R. A. (2021). Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil in Laboratory Scale: A Review . *International Journal of Scientific Engineering and Science*, Vol 5 (6), 28-34. .
- Timilsen, N. P., Maharjan, K. B., & Devkota, K. M. (2022). Teachers' And Students' Experiences In Chemistry Learning Difficulties. *Journal of Positive School Psychology*, Vol 6 (10), hlm. 2856-2867. Doi : <https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/13764>.
- UNESCO. (2020). *Education For Sustainable Development A Roadmap*. Paris: the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Viloria, A., & Ricaurte, M. (2020). Project-based learning as a strategy for multi-level training applied to undergraduate engineering students. *Education for Chemical Engineers*, Vol 33 (2020), hlm. 102-111. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.09.001>.
- Widayat, W., Hadiyanto, H., & Wibowo, A. D. (2023). Study on Production Process of Biodiesel from Rubber Seed (*Hevea Brasiliensis*) by in Situ (Trans)Esterification Method with Acid Catalyst. *Energy Procedia*, Vol 32, hlm. 64 – 73. DOI:10.1016/j.egypro.2013.05.009.
- Wissinger, J. E. (2021). Integrating Sustainability into Learning in Chemistry. *Journal Of Chemical Education*.
- Wiyana, F. A., Fahira, H., Ramadhani, S. Z., & Azzahra, S. (2023). Pengetahuan Mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia Terhadap Sustainable Development Goals . *IJM: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, Vol 1(2), hlm.612-622. Doi: <https://journal.csspublishing/index.php/ijm>.

Yuan, X., Yu, L., Wu, H., She, H., Luo, J., & Li, a. X. (2022). Sustainable Development Goals (SDGs) Priorities of Senior High School Students and Global Public: Recommendations for Implementing Education for Sustainable Development (ESD). *Hindawi Education Research International* , 1-14.

Zuin, V., & Mammino, L. (2015). Worldwide Green Chemistry. *Royal Society Of Chemistry*.

Zulfahmi, & Handayani, F. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Mahasiswa dalam Perkuliahan dan Praktikum Kimia Dasar Jurusan Farmasi Universitas Ubudiah Indonesia . *Journal of Education Science*, Vol 6 (1), hlm. 86-95. Doi: <https://doi.org/10.33143/jes.v6i1.831>.