

**PENGEMBANGAN E-LKPD PRAKTIKUM MODEL PjBL BERBASIS
GREEN CHEMISTRY UNTUK MEMBANGUN KREATIVITAS PESERTA DIDIK
PADA TOPIK PENJERNIHAN AIR LIMBAH**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia



Disusun oleh
Silmi Ridwan Putri
NIM 1900715

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2023**

**PENGEMBANGAN E-LKPD PRAKTIKUM MODEL PjBL BERBASIS
GREEN CHEMISTRY UNTUK MEMBANGUN KREATIVITAS
PESERTA DIDIK PADA TOPIK PENJERNIHAN AIR LIMBAH**

Oleh
Silmi Ridwan Putri
NIM 1900715

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Silmi Ridwan Putri 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang,
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

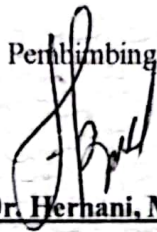
LEMBAR PENGESAHAN

SILMI RIDWAN PUTRI

**PENGEMBANGAN E-LKPD PRAKTIKUM MODEL PjBL BERBASIS
GREEN CHEMISTRY UNTUK MEMBANGUN KREATIVITAS
PESERTA DIDIK PADA TOPIK PENJERNIHAN AIR LIMBAH**

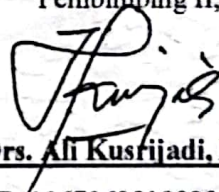
Di setuju dan disahkan oleh:

Pembimbing I,

**Dr. Hernani, M.Si**

NIP. 196711091991012001

Pembimbing II,

**Drs. Ali Kusfijadi, M.Si**

NIP. 196706291992031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Program Sarjana dan Magister FPMIPA

UPI

**Dr. Wiji, M.Si**

NIP. 197204302001121001

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Segala puji dan syukur senantiasa penulis sampaikan ke hadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan e-LKPD Praktikum Model PjBL Berbasis *Green Chemistry* untuk Membangun Kreativitas Peserta Didik pada Topik Penjernihan Air Limbah”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Pendidikan Kimia di Departemen Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan e-LKPD praktikum model PjBL topik penjernihan air limbah untuk membangun kreativitas peserta didik yang telah tervalidasi dan dapat terlaksana pada pembelajaran SMA.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, diharapkan kontribusi berupa kritik dan saran yang sifatnya membangun dalam kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak, khususnya bagi guru-guru kimia dan umumnya bagi pengembangan penelitian pendidikan kimia.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

Silmi Ridwan Putri

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis panjatkan ucap syukur kepada Allah SWT. karena atas izin dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selain itu, penulis menyadari bahwa banyak sekali dukungan, bantuan, serta doa dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis senantiasa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orangtua, Ibu Elly Marliani dan Bapak Ridwan, beserta Kakak - Kakak Pahlevi Ridwan Putra dan Pahreza Ridwan Putra beserta kerluarga besar yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Hernani, M.Si selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, ilmu dan motivasi kepada penulis hingga skripsi ini selesai.
3. Drs. Ali Kusrijadi, M.Si selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, ilmu dan motivasi kepada penulis hingga skripsi ini selesai.
4. Bapak Dr. H. Wiji, M.Si selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia yang telah memberi kesempatan melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi.
5. Seluruh dosen dan staf Departemen Pendidikan Kimia yang telah membantu dalam kelancaran skripsi ini
6. Peserta didik Kelas XI MIPA, guru-guru serta keluarga besar SMA PGRI 1 Bandung yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi..
7. Rekan-rekan Pendidikan Kimia B 2019 serta teman seperjuangan yang telah berbagi pengalaman selama perkuliahan.
8. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah S.W.T. membalas semua kebaikan saudara-saudara.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-LKPD praktikum model PjBL berbasis *green chemistry* untuk membangun kreativitas peserta didik pada topik penjernihan air limbah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif evaluative dengan desain penelitian model pengembangan *Design and Development Research* tipe pertama, dengan tahapan (1) tahap desain, (2) tahap development, dan (3) tahap evaluasi. Partisipan pada penelitian ini melibatkan 2 orang dosen pendidikan kimia, 3 orang guru kimia SMA, 3 orang observer (peneliti lain), dan 20 orang peserta didik SMA kelas XI yang bersekolah di salah satu SMA Kota Bandung. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar pemetaan perumusan tujuan pembelajaran, lembar optimasi percobaan, lembar validasi tujuan pembelajaran, lembar validasi isi lembar kerja peserta didik, dan lembar observasi. Hasil penelitian berupa perumusan tujuan pembelajaran yang mencakup konteks penjernihan air limbah dan konten kimia yaitu koloid dan disusun berdasarkan KI, KD Kurikulum 2013 serta aspek kreativitas. Hasil validasi ahli pada lembar kerja peserta didik yang dikembangkan menyatakan valid terhadap kesesuaian tujuan pembelajaran dan isi lembar kerja peserta didik dengan perbaikan sesuai saran-saran validator berupa perbaikan gambar, penyederhanaan konsep, perbaikan susunan kalimat, penambahan penjelasan pada konteks dan konten, perbaikan teks pada wacana dan perbaikan arahan pertanyaan. Hasil uji pengembangan berdasarkan keterlaksanaan tahap-tahap PjBL termasuk kategori sangat baik, berdasarkan jawaban peserta didik berdasarkan tinjauan indikator kreativitas termasuk dalam kategori sangat baik, dan berdasarkan jawaban peserta didik secara umum ketercapaian setiap tugas dalam e-LKPD sudah memenuhi rasio ketuntasan belajar dengan beberapa perbaikan berupa perbaikan teks pada wacana dan perbaikan arahan pertanyaan.

Kata kunci : e-LKPD, *Green chemistry*, Kreativitas, Penjernihan air limbah, PjBL

ABSTRACT

This study aims to develop a practicum e-LKPD PjBL model based on green chemistry to build students' creativity on the topic of wastewater purification. The research method used is descriptive evaluative method with the first type of Design and Development Research model development research design, with the following stages: (1) design, (2) development, and (3) evaluation. The participants in this study involved 2 chemistry education lecturers, 3 high school chemistry teachers, 3 observers (other researchers), and 20 high school 2nd grade students who attended a high school in Bandung. The research instruments used were development sheets for the formulation of learning objectives, trial optimization sheets, validation sheets, learning objectives validation sheets, validation sheets for the contents of student worksheets, and observation sheets. The results of the research are in the form of formulation of learning objectives which include the context of wastewater purification and chemical content, namely colloids and are arranged based on KI, KD Curriculum 2013 and aspects of creativity. The results of expert validation on the developed student worksheets stated that they were valid for the suitability of learning objectives and the contents of the student worksheets with improvements according to the validator's suggestions in the form of image improvements, simplification of concepts, improvement of sentence structure, addition of explanations to context and content, text improvements to discourse and improvement of the direction of the question. The results of the development test based on the implementation of the PjBL stages were included in the very good category, based on students' answers based on the awareness of the creativity indicator included in the very good category, and based on the answers of the students' in general the achievement of each task in the worksheet of the students had met the learning completeness ratio and several improvements in the form of text improvements in discourse and improvement in the direction of questions.

Keywords: *e-LKPD, Green chemistry, Creativity, Wastewater purification, PjBL*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan masalah	5
1.3 Tujuan penelitian	6
1.4 Pembatasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Skripsi.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	8
2.2 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD).....	11
2.3 Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL).....	13
2.4 Kimia Hijau atau <i>Green Chemistry</i>	16
2.5 Kreativitas	19
2.6 Air Limbah.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1. Metode dan Desain Penelitian.....	33
3.2. Partisipan dan Lokasi Penelitian	34
3.3. Prosedur Penelitian	34
3.4. Alur Penelitian	35
3.5. Instrumen Penelitian	37
3.6 Teknik Analisis Data.....	40
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Tujuan Pembelajaran Sebagai Dasar untuk Pengembangan e-LKPD	44

4.2 Rancangan awal e-LKPD.....	53
4.3 Uji Pengembangan	78
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	91
5.1 Simpulan	91
5.2 Implikasi.....	92
5.3. Rekomendasi.....	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	102

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Sintaks Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	14
2.2 Prinsip <i>Green Chemistry</i>	17
2.3 Indikator Kreativitas Peserta Didik	20
2.4 Teknik dalam Pengolahan Limbah.....	25
2.5 Perbedaan sifat larutan, koloid, dan suspensi.....	27
3.1 Lembar Pemetaan Perumusan Tujuan Pembelajaran yang Sesuai dengan Aspek Kreativitas serta KD Kurikulum 2013	37
3.2 Lembar Validasi Isi Kesesuaian Tujuan Pembelajaran dengan Ketepatan Materi	37
3.3 Lembar Validasi Isi Kesesuaian Konstruksi e-LKPD.....	38
3.4 Lembar Validasi Isi Kesesuaian Teknis e-LKPD	38
3.5 Lembar Observasi Keterlaksanaan Tahapan PjBL e-LKPD	39
3.6 Lembar Observasi Waktu Keterlaksanaan Tahapan PjBL e-LKPD	39
3.7 Lembar Penskoran Jawaban Peserta Didik terhadap e-LKPD	40
3.8 Lembar Penskoran Jawaban Kreatif Peserta Didik terhadap e-LKPD.....	40
3.9 Rubrik Pemberian Skor Pengolahan Data Observasi	41
3.10 Rentang Presentase Skor	42
4.1 Daftar Jurnal Ilmiah yang Digunakan Dalam Analisis Konteks Penjernihan Air Limbah.	45
4.2 KI dan KD Kurikulum 2013 yang berhubungan dengan konteks penjernihan air limbah.....	48
4.3 KD Kurikulum 2013 dengan Aspek Kreativitas Peserta Didik.....	50
4.4 Rumusan Tujuan Pembelajaran yang Dikembangkan Berdasarkan KD Kurikulum 2013, Model PjBL, dan Aspek Kreativitas	51
4.5 Perubahan Prosedur Percobaan Penjernihan Air Limbah dengan Koagulan Alami	54
4.6 Hasil Optimasi Penjernihan Air Limbah dengan Koagulan Alami	56
4.7 Perbedaan Komponen Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang Digunakan Di Sekolah dengan Komponen Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Berbasis PjBL yang Dikembangkan.	58
4.8 Perbaikan Tujuan Pembelajaran Berdasarkan Saran 1	63

Tabel	Halaman
4.9. Perbaikan Tujuan Pembelajaran Berdasarkan Saran 2.....	63
4.10 Perbaikan Tujuan Pembelajaran Berdasarkan Saran 3.....	64
4.11 Perbaikan Tujuan Pembelajaran Berdasarkan Saran 4.....	65
4.12 Perbaikan Tujuan Pembelajaran Berdasarkan Saran 5.....	66
4.13 Perbaikan Isi e-LKPD Berdasarkan Saran 1	67
4.14 Perbaikan Isi e-LKPD Berdasarkan Saran 2.	68
4.15 Perbaikan Isi e-LKPD Berdasarkan Saran 3	70
4.16 Perbaikan Isi e-LKPD Berdasarkan Saran 4	71
4.17 Perbaikan Isi e-LKPD Berdasarkan Saran 5	73
4.18 Skor Penilaian Konstruk e-LKPD berdasarkan Tata Bahasa dan Kejelasan Kalimat	74
4.19 Perbaikan Judul Berdasarkan Hasil Validasi Konstruk e-LKPD.....	75
4.20 perbaikan Arahan Menyimak Cerita Berdasarkan Hasil Validasi Konstruk e-LKPD.	75
4.21 Skor Penilaian Konstruk berdasarkan Tulisan, Gambar, dan Tampilan e- LKPD.	76
4.22 Hasil Observasi Keterlaksanaan Percobaan Penjernihan Air Limbah Menggunakan e-LKPD PjBL.	79
4.23 Hasil Analisis Jawaban Peserta Didik.....	81
4.24 Hasil Analisis Jawaban Peserta Didik.....	85
4.25 Hasil Perbaikan Berdasarkan Jawaban Partisipan dalam Menjawab Pertanyaan Mencari Informasi Mengenai Proyek Penjernihan Air Limbah	88
4.26 Hasil Perbaikan Berdasarkan Jawaban Partisipan dalam Menjawab Pertanyaan Menuliskan Alat dan Bahan	89
4.27 Hasil Perbaikan Berdasarkan Jawaban Partisipan dalam Menjawab Pertanyaan Menuliskan Hasil Percobaan Mengenai Proyek Penjernihan Air Limbah	90
4.28 Hasil Perbaikan Berdasarkan Jawaban Partisipan dalam Menjawab Kesimpulan Mengenai Proyek Penjernihan Air Limbah	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Mekanisme Koagulasi dan Flokulasi	31
3.1. Bagan alur penelitian.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A.1 Pemetaan Antara Sintaks Model Project Based Learning, Indikator Kreativitas Dan Instruksi Dalam E-Lkpd.....	103
A.2 Lembar Penilaian Isi E-LKPD Berdasarkan Kesesuaian Tujuan Pembelajaran	106
A.3 Lembar Penilaian Konstruksi E-LKPD Berdasarkan Tata Bahasa Dan Kejelasan Kalimat	114
A.4 Lembar Penilaian Teknis E-Lkpd Berdasarkan Tata Letak Dan Tampilan Pada E-LKPD	118
A.5 Lembar Rubrik Penskoran Jawaban Peserta Didik Terhadap E-LKPD	120
A.6 Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik Terhadap Tahapan E-LKPD .	123
A.7 Lembar Rubrik Penskoran Kreativitas Jawaban Peserta Didik Terhadap E-LKPD	126
A.8 E-LKPD Sebelum Diperbaiki.....	127
B.1 Hasil Validasi Tujuan Pembelajaran	136
B.2 Hasil Validasi Isi Konstruksi E-LKPD	140
B.3 Hasil Validasi Teknis E-LKPD	145
B.4 Hasil Perolehan Jawaban Peserta Didik	146
B.5 Hasil Observasi Keterlaksanaan Tahapan PjBL.....	151
B.6 Hasil Jawaban Kreativitas e-LKPD	151
B.7 E-LKPD Setelah Diperbaiki	151

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak, R., & Jayadinata, A.K. (2016). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pena Ilmiah*, 1(1), 871-880. doi: <https://doi.org/10.23819/pi.v1i1.3580>.
- Adesina, O.A., Abdulkareem, F., Yusuff, A.S., Lala, M., Okewale, A. (2019) Response surface methodology approach to optimization of process parameter for coagulation process of surface water using Moringa oleifera seed. *South African Journal of Chemical Engineering*. 28, 46–51.
- Aini, N.A., Syachruraji, A., & Hendracipta, N. (2019). Development of LKPD Based on Problem Based Learning on Natural Science Subjects with Style Material. *JPD: Jurnal Pendidikan Dasar* 2, 69-76.
- Al-Abdali, N.S., & Al-Balushi, S.M. (2016). Teaching for Creativity by Science Teachers in Grades 5–10. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 14(S2), 251–268. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9612-3>.
- Al-Gheethi, A.A., Mohamed, R.M.S.R., Wurochekke, A.A., Nurulainee, N.R., Rahayu J.M., Hashim M.K.A. (2017) Efficiency of Moringa oleifera Seeds for Treatment of Laundry Wastewater. *MATEC Web of Conferences*. 103, 06001, ISCEE
- Anastas P.T., & Warner J.C. (1998). Green Chemistry: Theory and Practice. *Oxford UK/New York: Oxford Univ. Press*. 135 pp.
- Apertha, F.K.P., Zulkardi., & Muhamad Yusup. (2018). Development of LKPD Based on Open-Ended Problems in Class VII Quadrilateral Material. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 12(2), 47-62. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jpm/article/view/4318>
- Ariati, N.K. (2017). Skrining potensi jenis biji polong-polongan (*famili Fabaceae*) dan biji labu-labuan (*famili Cucurbitaceae*) sebagai koagulan alami pengganti tawas. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*. 11(1), 15-22.

Silmi Ridwan Putri, 2023

PENGEMBANGAN E-LKPD PRAKTIKUM MODEL PjBL BERBASIS

**GREEN CHEMISTRY UNTUK MEMBANGUN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA TOPIK
PENJERNIHAN AIR LIMBAH**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Arini, N.R., Sabang, S.M., & Diah, A.W. (2021). Implementation of Guided Inquiry Learning Model on Colloid Systems to Improve Critical Thinking Ability of Students. *Jurnal Akademika Kimia*, 10(2), 87-92.
- Astuti, S., Danial, M., & Anwar, M. (2018). Problem Based Learning (Problem Based Learning) Development To Improve Student's Critical Thinking Skills In Chemical Balancing Materials. *Chemistry Education Review (CER)*. 06(1), 68-72
- Awe, E.Y., & Ende, M.I. (2019) Pengembangan Lembar Kerja Siswa Elektronik Bermuatan Multimedia untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Siswa pada Tema Daerah Tempat Tinggalku Pada Siswa Kelas IV SDI Rutosoro di Kabupaten Ngada. *Jurnal Didika Whana Ilmiah Pendidikan Dasar*, Vol 5 (2). Diakses dari: <https://doi.org/10.29408/didika.v5i2.1782>.
- Becaria, A., Campbell, A., & Bondy, S.C. (2002). Aluminum as a toxicant. *Toxicology and Industrial Health*, 18(7), 309-320.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The clearing hous*. 83(2), 39-43.
- Bodlalo, L.H., Sabbaghan, M., & Jome, S.M.R.E. (2013). A comparative study in green chemistry education curriculum in America and China. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 288-292.
- Bolisetty, S., Peydayesh, M., & Mezzenga, R. (2019). Sustainable technologies for water purification from heavy metals: review and analysis. *Chemical Society Reviews*, 48(2), 463-487.
- Borg, W.R., Gall, M.D., & Gall, J.P., (2003). Educational research: An introduction (7th Edition) Boston. MA: Allyn and Bacon
- Brady, J.E., & Humiston, G.E. (1999). General Chemistry Principle and Structure, John Willey & Sons. Inc. New York.
- Das, N., Ojha, N., & Mandal, S.K. (2021). Wastewater treatment using plant-derived bioflocculants: Green chemistry approach for safe environment. *Water Science and Technology*, 83(8), 1797-1812.

- Das, R., Lindstrom, T., Sharma, P.R., Chi, K., & Hsiao, B.S. (2022). Nanocellulose for sustainable water purification. *Chemical Reviews*, 122(9), 8936-9031.
- Depdiknas. (2006). Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- Depdiknas. (2008b). Kriteria dan Indikator keberhasilan pembelajaran. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Dey, M., & Singh, R. K. (2022). Neurotoxic effects of aluminium exposure as a potential risk factor for Alzheimer's disease. *Pharmacological Reports*, 74(3), 439-450.
- Fisher, D., Kusumah, Y.S., & Dahlan, J.A. (2020). Project-Based Learning in Mathematics: A Literatur Review. *In Journal of Physics: Conference Series*. 1657(1), 012032. IOP Publishing.
- Florida, R., Mellander, C., & King, K. (2015). The global creativity index 2015. *Martin Prosperity Institute*. ISBN 978-1-928162-02-5
- G. Lettinga & L. Hulshoff Pol. (1986). New Technologies for Anaerobic Wastewater Treatment, *Water Sci. Technol.*, 18, 41-53.
- George Lucas Educational Foundation. (2017). How does project-based learning work? Tools for understanding the process of planning and building projects. *Edutopia*. Diakses dari <https://www.edutopia.org/project-basedlearning-guide-implementation>.
- Gupta, G., Sharma, S., & Kumar, N. R. (2020). Carica papaya Aqueous leaf extract as potential botanical insecticide against rose aphids (*Macrosiphum rosaeformis* D.). *J Entomol Zool Stud*, 8, 960-964.
- Gupta, V.K., Ali, I., Saleh, T.A., Nayak, A., & Agarwal, S. (2012). Chemical treatment technologies for waste-water recycling-an overview. *Rsc Advances*, 2(16), 6380-6388.
- Haqsari, R. (2014). Pengembangan dan Analisis E-LKPD (Elektronik-Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis Multimedia pada Materi Mengoperasikan Software Spreadsheet. *Universitas*

- Hertami, D. (1986). Kecipir Budidaya Guna Dan Hasil Olahannya.
- Kholifahtus, Y.F., Agustiningih, A., & Wardoyo, A.A. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS). *EduStream: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(2), 143-151.
- Koderi, K., Latifah, S., Fakhri, J., Fauzan, A., & Sari, Y.P. (2020). Developing Electronic Student Worksheet Using 3D Professional Pageflip Based on Scientific Literacy on Sound Wave Material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012043>
- Kristianto, H. (2017). The potency of Indonesia native plants as natural coagulant: a mini review. *Water Conservation Science and Engineering*, 2(2), 51- 60.
- Kristianto, H., Prasetyo, S., & Sugih, A.K. (2019). Pemanfaatan ekstrak protein dari kacang-kacangan sebagai koagulan alami. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(2), 65-80.
- Kurniati, E. (2009). Pembuatan konsentrat protein dari biji kecipir dengan penambahan HCl. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 9(2), 115-122.
- Ladyana, B. 2014. Kelayakan Teoritis LKS Project Based Learning Penggunaan Bahan Alternatif Produk Bioteknologi Konvensional. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*. 3(3). 396-403.
- Lailiah, I., Wardani, S., Sudarmin, S., & Sutanto, E. (2021). Implementasi guided inquiry berbantuan e-LKPD terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi redoks dan tata nama senyawa kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), 2792-2801
- Leen, C.C., Hong, K.F.F.H., dan Ying, T.W., 2014, Creative and Critical Thinking in Singapore Schools. *Singapore: Nanyang Technological University*. ISBN 978-981-09-2387-7
- Lestari, D.D., & Muchlis, M. (2021). E-LKPD berorientasi contextual teaching and learning untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa

- pada materi termokimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(1), 25-33.
- Martina, A., Effendy, D.S., & Soetedjo, J.N.M. (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Red pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi.
- Metcalf, L., Eddy, H.P., & Tchobanoglous, G. (1991). Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse. *New York: McGraw-Hill*. (Vol. 4)
- Munir, M.M. (2015). LKS Berbasis Analisis Wacana Fisika Dilengkapi dengan Eksperimen Dalam Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(4), 377-383.
- Mussadad, A.A., dan Sulistyaningrum, C.D. (2019). The Effectiveness of Multicultural Education Implementation Model in Social Science Learning Using Contextual Teaching and Learning. In *Third International Conference of Arts, Language and Culture (ICALC 2018)*, (279), (121-129). Atlantis Press
- Mussadad, A.A., dan Sulistyaningrum, C.D. (2019). The Effectiveness of Multicultural Education Implementation Model in Social Science Learning Using Contextual Teaching and Learning. In *Third International Conference of Arts, Language and Culture (ICALC 2018)*, (279), (121-129). Atlantis Press
- Naga, W.S., Adiguna, B., Retnoningtyas, E.S., & Ayucitra, A. (2010). Koagulasi protein dari ekstrak biji kecipir dengan metode pemanasan. *Jurnal Widya Teknik*, 9(1), 1-11. *Negeri Yogyakarta*, 53, 1689-9
- Munandar, S.C. Utami. (2002). Kreativitas dan Keberbakatan. *Jakarta: Gramedia Pustaka Utama*.
- Nuroctaviani, T., Murniati, D., & Milama, B. (2023). Pengembangan Lkpd Berbasis Pendekatan Saintifik pada Konsep Koloid: Praktikum Penjernihan Air Menggunakan Kitosan Dari Cangkang Kepiting

(*Scylla serrata*). *UNESA Journal of Chemical Education*. Vol.12, No.2 , pp. 64-74.

Permen LHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Plotka-Wasyłka, J., Kurowska-Susdorf, A., Sajid, M., de la Guardia, M., Namieśnik, J., & Tobiszewski, M. (2018). Green chemistry in higher education: state of the art, challenges, and future trends. *ChemSusChem*, 11(17), 2845-2858.

Rachmasari, M., Serevina, V., & Budi, A. S. (2019). Lembar Kerja Elektronik Peserta Didik dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2019*, VIII, SNF2019-PE-223–232.

<https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.28>

Rafiei, N., & Davari, F. (2015). The Role of Human Resources Management on Enhancing the Teaching Skills of Faculty Members. *Materia socio-medica*, 27(1), 35.

Rahayu, E., & Imran, A. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berorientasi Pembelajaran Inkuiri Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Sisw. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 3(1), 403-410.

Rastogi, Akanksha & Vir Singh. (2012). Pulp and Paper Mill Wastewater Treatment: Using a Cost Effective and Affordable Method. *Internasional Journal of Sustainable Development and Green Economics (IJS DGE)*. ISSN.No.2315-4721, Vol-1 Iss-1.

Richey, R.C., Klein, J.D., & Nelson, W.A. (2003). Development research: Studies of instructional design and development. DH Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 1130.

Riduwan. (2016). Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian. *Bandung: Alfabeta*.

- Rosa, D.M., Wildan, W., Hadisaputra, S., & Sofia, B.F.D. (2022). Pengembangan E-LKPD Larutan Asam Basa Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Chemistry Education Practice*, 5(1), 60-65.
- S. Lakshmana Prabu, T.N.K. Suriyaprakash and J. Ashok Kumar, Wastewater Treatment Technologies, A Review, *Pharma Times*, 43(5), 55-62 (2011).
- Sadrina, S. (2019). Evaluasi Model Pembelajaran Berbasis Proyek di Kelas XII SMKN 2 Meulaboh. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*. 3(1), 78-86. doi: <http://dx.doi.org/10.22373/crc.v3i1.490>
- Salam, A & Sutarto. (2013). Ensiklopedia Kimia 3. *Jakarta: Lentera Abadi*.
- Sang, N.M., Anggorowati, A.A., & Sudaryanto, Y. (2019). Penjernihan air limbah sintetis menggunakan koagulan alami. *Widya Teknik*, 17(2), 65- 69.
- Septikasari, R., & Frasandy, R. N. (2018). Keterampilan 4C abad 21 dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar. *Tarbiyah al-Awlad*, 8(2), 107-117. doi: <https://doi.org/10.15548/alawlad.v8i2.1597>
- Sharma, R. K., Gulati, S., & Puri, A. (2014). Green chemistry solutions to water pollution. In *Water Reclamation and Sustainability* (pp. 57-75). Elsevier.
- Singh, L. & Ravichandran, S. (2014). Green chemistry: The future pillars. *International Journal of ChemTech Research*, 6/1, 147–149.
- Sitepu, A.S.M.B. (2019). Pengembangan Kreativitas Siswa. Bogor: *Guepedia Publisher*.
- Sonune, A., & Ghate, R. (2004). Developments in wastewater treatment methods. *Desalination*, 167, 55-63.
- Sugiharto. (1987). Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah. *Jakarta: UI-Press*.
- Sumarni, W., Wijayati, N., & Supanti, S. (2019). Analisis Kemampuan Kognitif dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berpendekatan STEM. *J-PEK (Jurnal*

Pembelajaran Kimia), 4(1), 18-30. doi:
<http://dx.doi.org/10.17977/um026v4i12019p018>

- Sunarya, Y. (2002). *Kimia Dasar 2. Bandung: Alkemi Grafitisindo Press* .
- Syarpin, S., & Harianto, B. (2021). Pengolahan Air Sungai Kahayan Kalimantan Tengah Menggunakan Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi L*) Sebagai Koagulan Alami. *Rafflesia Journal Of Natural And Applied Sciences*, 1(1), 20-28.
- Tilong, A.D. (2012). Ternyata, Kelor Penakluk Diabetes. *Jogjakarta: Diva Press kontrol berupa pengukuran kembali kadar glukosa darah yang dilakukan. 2.*
- Trianto. (2009). Mendesain model pembelajaran inovatif-progresif. *Jakarta: Kencana Prenada Media Group.*
- Untung, O. (1996). Menjernihkan air kotor. *Niaga Swadaya.*
- Wahyu, R., Islam, U., & Rahmat, R. (2018). Implementasi Model Project Based Learning (PjBL) Ditinjau dari Penerapan Implementasi Model Project Based Learning (PjBL) Ditinjau dari Penerapan Kurikulum 2013. *Teknoscienza*, 1(1), 50–62.
- Wang, L.K., Hung, Y.T., & Shammass, N.K. (Eds.). (2005). Physicochemical treatment processes (Vol. 3). *Totowa, NJ: Humana Press.*
- Wena, M. (2011). Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer. *Jakarta: Bumi Aksara.*
- Whitten, K. (2004). *General Chemistry (Seventh ed.). Thomson: Brooks Cole.*
- Widjajanti, E. (2008). Pelatihan penyusunan LKS mata pelajaran kimia berdasarkan kurikulum tingkat satuan pendidikan bagi guru SMA/SMK. Makalah disampaikan pada Pengabdian pada Masyarakat. *Yogyakarta: Kimia FMIPA UNY.*
- Wijaya, E.Y., Sudjimat, D.A., & Nyoto,A. (2016). Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global. *In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika.* (Vol. 1, No. 26, pp. 263-278).

- William, F.E. (1968). Workshop On The Use And Adaptation Of New Media For Developing Creativity. *United State of America: U. S. Departement of health, education and welfare office of education.*
- Yargeau, V. (2012). Water and wastewater treatment: chemical processes. In *Metropolitan Sustainability* (pp. 390-405). *Woodhead Publishing.*