

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)
MATERI PENENTUAN JEJARI MOLEKUL DENGAN METODE
VISKOSITAS BERBASIS *GREEN CHEMISTRY***

SKRIPSI

Oleh

Siska Apriyani Silaen

NIM : 06101382126054

Program Studi Pendidikan Kimia



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

Universitas Sriwijaya

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)
MATERI PENENTUAN JEJARI MOLEKUL DENGAN METODE
VISKOSITAS BERBASIS *GREEN CHEMISTRY*

SKRIPSI

oleh

Siska Apriyani Silaen

NIM: 06101382126054

Program Studi Pendidikan Kimia

Mengesahkan:

Koordinator Program Studi,

Dr. Diah Kartika Sari, M.Si

NIP. 198405202008012010

Pembimbing,

Dr. Sanjaya, M.Si

NIP. 196303071986031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA,

Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd

NIP. 197905222005011005



PERNYATAAN

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siska Apriyani Silaen
NIM : 06101382126054
Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Materi Penentuan Jejari Molekul Dengan Metode Viskositas Berbasis *Green Chemistry*” ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 31 Desember 2024

Yang membuat pernyataan,



Siska Apriyani Silaen

NIM. 06101382126054

PRAKARTA

Skripsi dengan judul “Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Materi Penentuan Jejari Molekul Dengan Metode Viskositas Berbasis *Green Chemistry*” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Sanjaya, M.Si., sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hartono, M.A., Dekan FKIP Unsri, Dr. Ketang Wiyono, M.Pd., Ketua dan Sekretaris Jurusan Pendidikan MIPA, Dr. Diah Kartika Sari, M.Si., Koordinator Program Studi Pendidikan kimia yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan Eka Ad’hiya, S.Pd., M.Pd sebagai anggota penguji yang telah memberikan sejumlah saran untuk perbaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi Pendidikan Kimia dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Indralaya, 31 Desember 2024

Penulis



Siska Apriyani Silaen

NIM. 06101382126054

PERSEMBAHAN

Dengan penuh syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan anugerah-Nya, akhirnya skripsi yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Materi Penentuan Jejari Molekul Dengan Metode Viskositas Berbasis *Green Chemistry*” ini dapat diselesaikan dengan baik. Perjalanan Panjang dalam menyelesaikan skripsi ini telah menjadi sebuah proses pembelajaran yang berharga. Dibalik selesainya skripsi ini, terdapat banyak pergumulan dan tantangan yang harus dilalui. Namun, dengan pertolongan Tuhan semua rintangan dapat teratasi. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Juruslamat tersayang, Tuhan Yesus Kristus yang selalu ada di setiap langkah saya dalam menyelesaikan perjalanan skripsi ini. Terima kasih karena selalu memberikan harapan dan mujizat di waktu yang tepat di tengah keputusasaan penulis. Terima kasih karena sudah menggendong anakmu ini saat ia tidak mampu untuk melangkah maju dan menjadi sumber kekuatan di tengah ketidakpastian. Terima kasih Bapa sudah menjadi rumah bagi penulis untuk meneteskan air mata sukacita. Sampai kapanpun penulis selalu bersama-Mu.
2. Cinta pertama dan panutanku yaitu kedua orang tuaku yang tercinta, tersayang, dan yang paling berjasa dalam hidup penulis. Bapak Makmur Silaen dan Ibu Asnita Panggabean, yang setiap hari selalu mendoakan anak-anaknya, selalu memberikan kasih sayang, cinta, motivasi, serta memberikan semangat kepada penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan studi akhir ini dengan baik. Sosok orang tua seperti mereka lah yang berhasil membuat penulis bangkit dari kata menyerah. Semoga kalian sehat selalu, panjang umur, dan hiduplah lebih lama lagi harus selalu ada disetiap perjalanan dan pencapaian hidup penulis.
3. Teruntuk kakak kandungku yaitu Sari Silaen dan Yanti Silaen, terimakasih yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
4. Teruntuk keluargaku yang di Tarutung, Medan, yakni opung, tulang, nanguda, uda, tante, abang, kakak, dan adek. Terimakasih telah mendoakan, memberi dukungan, dan semangat untuk penulis.

5. Teruntuk Bapak Dr. Sanjaya, M.Si sebagai dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan, dukungan, dan nasihat yang tak ternilai selama ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan dan umur yang panjang bagi Bapak.
6. Teruntuk Ibu Dr. Diah Kartika Sari, S.Pd, M.Si selaku Koordinasi Program Studi Pendidikan Kimia, terimakasih atas segala bantuan urusan akademik selama penulis menjalani perkuliahan. Berkat bantuan Ibu, penulis dapat menjalani perkuliahan dengan lancar dan fokus pada studi. Semoga Ibu selalu diberikan kesehatan dan kesempatan untuk terus berkontribusi dalam memajukan pendidikan kimia.
7. Teruntuk Ibu Eka Ad'hiya, S.Pd, M.Pd., selaku dosen validator serta sekaligus dosen penguji penulis. Terima kasih karena sudah memberikan komentar dan saran untuk LKM yang sudah penulis kembangkan, dan terimakasih juga untuk Ibu sebagai penguji telah memberi saran dan masukkan dalam skripsi ini. Berkat bimbingan Ibu, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
8. Teruntuk Ibu Maria Siswi Wijayanti, S.T., M.T., selaku dosen validator penulis. Terima kasih atas segala waktu dan perhatian yang Ibu luangkan untuk memberikan komentar, saran, dan masukan yang sangat berharga bagi pengembangan LKM dan penyusunan skripsi ini. Berkat bimbingan Ibu, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
9. Teruntuk kepada seluruh dosen Pendidikan Kimia FKIP Unsri, terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan dan ilmu yang telah Bapak/Ibu berikan. Berkat ilmu yang saya dapatkan, saya merasa lebih percaya diri untuk menghadapi tantangan di masa depan. Semoga ilmu yang telah Bapak/Ibu bagikan dapat bermanfaat bagi banyak orang dan menjadi berkah bagi kita semua. Aamiin.
10. Teruntuk staff administrasi Program Studi Pendidikan Kimia Palembang yaitu Mbak Nadiah. Terima kasih mbak telah membantu mengurus berkas-berkas mahasiswa. Berkat kesabaran dan dedikasinya, proses administrasi kami menjadi lebih lancar. Kami sangat beruntung memiliki staff administrasi seperti mbak, sehat selalu mbak.

11. Teruntuk keluarga besar Himpala Bhuwana Cakti (HBC). Terima kasih telah menjadi tempat rumah bagi penulis selama masa perkuliahan, dimana selama masa perkuliahan penulis sering kesana yang sering disebut “Sekretariat HBC”. Terimakasih telah mengajarkan banyak hal tentang kehidupan pencinta alam, terutama saat momen berkesan yaitu mengajak penulis masuk kedalam goa, mendaki gunung, serta arti kebersamaan. Pengalaman di HBC telah membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih tangguh, dan mandiri.
12. Teruntuk saudari Kristen ku yaitu Ester Dela Rosa Hutasoit (06101282126037). Dia adalah seorang teman, sahabat, dan saudara selama perkuliahan. Penulis mengucapkan terima kasih telah bersedia menerimaku di tempat kostmu. Kau telah menjadi teman & sahabat yang selalu ada untukku dalam suka dan duka. Setiap momen dan kenangan indah bersamamu akan selalu kusimpan di dalam hati. Semoga persahabatan kita abadi. Semoga Tuhan memberkatimu selalu.
13. Teruntuk teman-teman suka nugas, yakni: Chintia Azahra, Adhela Jafira, Dhea Putri Amanda, Aninda Putri, dan Ester Dela Rosa Hutasoit. Terima kasih atas kehadiran dan kebersamaan kalian selama masa perkuliahan ini. Kehadiran kalian tidak hanya sekadar teman dalam menyelesaikan tugas-tugas deadline, tetapi juga menjadi penyemangat di tengah perjalanan yang kadang terasa berat. Namun, di setiap proses itu, kalian selalu hadir dengan tawa, cerita, dan dukungan yang membuat perjalanan ini terasa lebih ringan dan bermakna. Semoga hubungan pertemanan ini terus terjaga, tidak hanya sampai di sini, tetapi juga hingga masa depan yang penuh harapan. Terima kasih telah menjadi teman, sahabat, dan keluarga di dunia perkuliahan yang penuh warna. Mari kita terus melangkah bersama menuju cita-cita yang kita impikan.
14. Teruntuk sahabatku 0101, yakni: Era Pujalika Manurung, Vania Jovita Silaen, dan Yusniati. Terima kasih telah menjadi bagian penting dalam hidup penulis, sejak masa-masa putih abu-abu di SMA hingga saat ini. Perjalanan yang kita lalui tidak selalu mudah, namun kehadiran kalian telah menjadi pengingat bahwa hidup tidak harus dijalani sendirian. Kalian adalah pendengar setia setiap cerita, keluh kesah, bahkan mimpi-mimpi yang kadang terasa mustahil.

Persahabatan ini adalah hadiah terindah yang tak akan pernah tergantikan, karena di tengah kesibukan dan perubahan hidup, kalian selalu ada untuk berbagi tawa, nasihat, dan pelukan hangat yang menenangkan. Semoga kebersamaan ini terus terjaga, meski waktu dan jarak mungkin memisahkan.

15. Teruntuk teman seperbimbinganku, yakni: Belia Aisyah Dilla, Dinda Safitri, Meylina Syarani, dan Meli Noyan Nur'aeni. Terima kasih atas dukungan, bantuan, dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini. Kita telah melewati banyak hal bersama, lelah, tawa, hingga rasa cemas. Semoga kebersamaan ini menjadi kenangan indah yang tak terlupakan. Sukses selalu untuk langkah kita ke depan.
16. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lutfi Ayu Mustika yang telah membantu selama perkuliahan, memberi motivasi, dan semangat untuk penulis.
17. Teruntuk teman-teman HMK 2021. Terimakasih telah menjadi teman seperjuangan dan tempat berbagi cerita dan informasi selama kuliah, semoga kita selalu sukses dan bertemu kembali di masa depan.
18. Almamater kebanggaan, Universitas Sriwijaya, terima kasih atas segala ilmu dan pengalaman berharga di kampus tercinta.
19. Kepada seseorang yang tidak bisa penulis sebut namanya. Terimakasih telah menjadi sumber semangat dalam kehidupan penulis, dan selalu berbagi untuk bercerita, terimakasih juga selalu memberi motivasi kepada penulis.
20. Dan terakhir, untuk diri saya sendiri. Terima kasih Siska Apriyani Silaen, yang telah bekerja keras, dan berjuang sejauh ini, dan selalu bersemangat yang tak pernah menyerah dalam sesulit apapun selama proses perkuliahan dan proses penyusunan skripsi ini. Kamu kuat, kamu hebat, kamu keren, dan aku bangga sama diri aku sendiri, Siska Apriyani Silaen (Sungis). Tetaplah berproses dan bersemangat, jangan pernah menyerah bahwa dalam berhasil atau gagal, Tuhanlah yang menulis cerita hidup kita.

MOTTO

In the Name of Jesus Christ

“Direndahkan dimata manusia, ditinggikan dimata Tuhan, *Prove Them Wrong*”

“Sebab mataku tertuju pada kasih setia-Mu, dan aku hidup dalam kebenaran-Mu”

(Mazmur 26 : 3)

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang”

(Amsal 23 : 18)

#Tak Ada Gunung Setinggi Tekad ku

#Tak Ada Sungai Sederas Semangat ku

-Bhuwanacakti

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKARTA	iv
PERSEMBAHAN.....	v
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)	6
2.1.1 Definisi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	6
2.1.2 Penggunaan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)	7
2.1.3 Kelebihan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)	7
2.2 Penelitian Pengembangan 4S-TMD.....	7
2.2.1 Pengertian Penelitian Pengembangan 4S-TMD.....	7
2.2.2 Kelebihan Penelitian Pengembangan 4S-TMD	9

2.3 Green Chemistry	9
2.3.1 Pengertian <i>Green Chemistry</i>	9
2.3.2 Prinsip <i>Green Chemistry</i>	10
2.4 Praktikum Kimia Fisika	11
2.5 Materi Penentuan Jejari Molekul Dengan Metode Viskositas.....	12
2.5.1 Pengertian Jejari Molekul	12
2.5.2 Pengertian Viskositas (Kekentalan)	12
2.5.3 Jenis-jenis Viskositas	13
2.5.4 Penyebab Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Viskositas	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Jenis Penelitian	16
3.2 Subjek dan Objek Penelitian.....	16
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.4.1 Tahap Seleksi	18
3.4.2 Tahap Strukturisasi.....	18
3.4.3 Tahap Karakterisasi.....	19
3.4.4 Tahap Reduksi Didaktik.....	19
3.5 Sumber Data Penelitian	22
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	22
3.6.1 Wawancara.....	22
3.6.2 Angket.....	22
3.6.3 Validasi Ahli	23
3.6.4 Tes Hasil Belajar	23

3.6.5	Dokumentasi	24
3.7	Teknik Analisa Data.....	24
3.7.1	Analisa Data Wawancara	24
3.7.2	Analisa Data Angket	24
3.7.3	Analisa Kevalidan	25
3.7.4	Analisa Kepraktisan	26
3.7.5	Analisa Data Uji Keefektifan	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Teknik Pengumpulan Data.....	29
4.1.1	Analisis Pengembangan 4S-TMD.....	29
4.1.2	Penyusunan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	41
4.1.3	Validasi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	42
4.1.4	Uji Coba Lapangan	45
4.2	Pembahasan	47
BAB V	KESIMPULAN	53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kategori Penilaian Skala Guttman.....	24
Tabel 3. 2 Kategori Penilaian Skala Likert	25
Tabel 3. 3 Kriteria Nilai Koefisien V'Aiken	26
Tabel 3. 4 Kategori Kepraktisan	27
Tabel 3. 5 Interval Penilaian N-Gain	28
Tabel 4. 1 Indikator Pembelajaran	30
Tabel 4. 2 Sumber Referensi yang Digunakan.....	31
Tabel 4. 3 Konteks Substansi terkait konsep/materi	32
Tabel 4. 4 Konteks Pedagogik terkait konsep/materi.....	33
Tabel 4. 5 Struktur Makro.....	34
Tabel 4. 6 Karakteristik Konsep Sulit Dari Mahasiswa Terhadap Materi	36
Tabel 4. 7 Karakteristik Konsep Sulit Oleh Mahasiswa Terhadap Materi	37
Tabel 4. 8 Karakteristik Konsep dari Komentar dan Saran Validator	38
Tabel 4. 9 Hasil Validasi Materi Menggunakan Rumus V'Aiken.....	39
Tabel 4. 10 Hasil Reduksi Didaktik Mahasiswa	39
Tabel 4. 11 Hasil Reduksi Didaktik Validator	40
Tabel 4. 12 Penyusunan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)	41
Tabel 4. 13 Komentar dan Saran Validator dan Hasil Perbaikan	43
Tabel 4. 14 Hasil Uji Validasi Pedagogik.....	44
Tabel 4. 15 Hasil Uji Validasi Desain.....	44
Tabel 4. 16 Rata-rata Validasi Yang Diperoleh	44
Tabel 4. 17 Hasil Uji Kepraktisan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	45
Tabel 4. 18 Hasil Uji Keefektifan Dengan Rumus N-Gain	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian 4S-TMD menurut Sjaeful Anwar	21
Gambar 4. 1 Peta Konsep LKM.....	35
Gambar 4. 2 Hasil Belajar Mahasiswa.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Wawancara Dosen Pengampu Mata Kuliah	63
Lampiran 2. Hasil Wawancara Analis Laboratorium LDB Kimia Fisika.....	65
Lampiran 3. Lembar Angket Pra-Penelitian	68
Lampiran 4. Data Angket Pra-Penelitian	70
Lampiran 5. Penyusunan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).....	72
Lampiran 6. Lembar Validasi Ahli Materi 1.....	84
Lampiran 7. Lembar Validasi Ahli Materi 2.....	87
Lampiran 8. Lembar Validasi Ahli Pedagogik 1	90
Lampiran 9. Lembar Validasi Ahli Pedagogik 2	93
Lampiran 10. Lembar Validasi Ahli Desain 1	96
Lampiran 11. Lembar Validasi Ahli Desain 2	98
Lampiran 12. Surat Keterangan Validasi Ahli 1	100
Lampiran 13. Surat Keterangan Validasi Ahli 2.....	103
Lampiran 14. Hasil Rekapitulasi Validasi Materi.....	106
Lampiran 15. Hasil Rekapitulasi Validasi Pedagogik	107
Lampiran 16. Hasil Rekapitulasi Validasi Desain	108
Lampiran 17. Rekapitulasi Skor Penilaian Validasi Dari Tiap Validator	109
Lampiran 18. Hasil Lembar Karakterisasi Materi.....	110
Lampiran 19. Angket Kepraktisan	111
Lampiran 20. Hasil Rekapitulasi Hasil Kepraktisan	114
Lampiran 21. Lembar Pre-Test	115
Lampiran 22. Lembar Post-Test.....	117
Lampiran 23. Hasil Perhitungan Nilai Pre-test dan Post-test.....	119
Lampiran 24. Surat Izin Penelitian.....	120
Lampiran 25. Surat Keterangan Pembimbing.....	121
Lampiran 26. Surat Usulan Judul.....	123
Lampiran 27. Surat Tugas Validator	124

Lampiran 28. Surat Penguji Ujian Akhir Studi.....	125
Lampiran 29. Buku Pembimbing Skripsi.....	126
Lampiran 30. Dokumentasi.....	127
Lampiran 31. Surat Keterangan Bebas Lab	128
Lampiran 32. Surat Keterangan Bebas Pustaka Unsri	129
Lampiran 33. Turnitin	130

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKM praktikum kimia fisika materi penentuan jejari molekul dengan metode viskositas berbasis *green chemistry*. Dalam pengembangan LKM ini menggunakan metode pengembangan 4S-TMD (*Four Steps Teaching Material Development*) yaitu tahap seleksi, strukturisasi, karakterisasi, dan reduksi didaktik. Bahwa hasil data penelitian ini dilakukan 2 validasi oleh para ahli menggunakan rumus V'Aiken. Berdasarkan hasil dari para ahli materi, ahli pedagogik, dan ahli desain memperoleh nilai rata-rata 1 termasuk kategori tinggi. Selanjutnya, uji kepraktisan produk LKM memperoleh presentase yaitu 89,9% kategori sangat praktis. Dalam uji keefektifan LKM memperoleh presentase rata-rata yaitu 84% kategori tinggi. Maka, dapat disimpulkan bahwa LKM materi penentuan jejari molekul dengan metode viskositas berbasis *green chemistry* yang valid, praktis, dan efektif.

Kata kunci: Penelitian Pengembangan, 4S-TMD, LKM Berbasis *Green Chemistry*, Praktikum Kimia Fisika.

ABSTRACT

This study aims to develop a physical chemistry practicum MFI on the material of determining the molecular radius with the green chemistry-based viscosity method. In developing this MFI using the 4S-TMD (Four Steps Teaching Material Development) development method, namely the selection, structuring, characterisation, and didactic reduction stages. The results of this research data were validated by experts using the V'Aiken formula. Based on the results of the material experts, pedagogical experts, and design experts obtained an average value of 1 including the high category. Furthermore, the practicality test of the MFI product obtained a percentage of 89.9% in the very practical category. In the effectiveness test, the MFI obtained an average percentage of 84% in the high category. So, it can be concluded that the MFI material for determining the molecular radius with the green chemistry-based viscosity method is valid, practical, and effective.

Keywords: Development Research, 4S-TMD, Green Chemistry-Based MFI, Physical Chemistry Practicum.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerapan dalam kimia yaitu menjadi kebutuhan mendasar dikarenakan untuk adanya suatu perubahan dunia dan keberlanjutan hidup dalam berbagai negara. Pendidikan kimia sangat berkelanjutan dalam suatu kerangka multi disiplin yang ilmunya terkait dengan pengetahuan tentang isu-isu keberlanjutan dipengaruhi oleh cara manusia mendefinisikan dan memahami konsep keberlanjutan kimia. (Herranen, dkk., 2021). Dikembangkan oleh PBB tahun 2015 bahwa konsep dasar pembangunan berkelanjutan memiliki tujuan yaitu untuk memajukan kesejahteraan global dengan mempertimbangkan aspek masyarakat, alam, dan perekonomian (Chen, dkk., 2020).

Dalam bidang pengetahuan alam yang mempelajari struktur, komposisi, sifat, dan perubahan materi serta energi yang terlibat suatu proses tersebut yang disebut dengan ilmu kimia. Kontribusinya yang luas terhadap bidang-bidang seperti pertanian, kesehatan, dan teknologi membuatnya sangat penting untuk dipelajari secara komprehensif dalam pendidikan, baik secara konseptual maupun praktis (Putri, dkk., 2021). Kimia memiliki peranan krusial dalam menciptakan dunia yang berkelanjutan. Sebagai cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari proses-proses dan prinsip-prinsip dasar yang ada di alam. Tujuan pembelajaran kimia adalah untuk dapat mengajarkan peserta didik tentang kimia sehingga mereka dapat menggunakan pengetahuan mereka dalam dunia nyata (Rahmawati, 2018). Pembelajaran kimia biasanya dianggap tidak menarik dan tidak populer oleh sebagian besar siswa karena beberapa masalah. Hal ini dikarenakan oleh konsep kimia yang abstrak, penekanan pada pemahaman siswa tentang materi kimia, serta jumlah pengetahuan untuk perlu dipahami. Karena adanya terkait dengan fakta bahwa siswa tidak memahami manfaat kimia dalam kehidupan sehari-hari (Zowada, dkk., 2019). Dalam konteks kimia sangat penting untuk kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, pembelajaran kimia di sekolah harus di tingkatkan. Untuk, mencapai secara efektif, pengembangan dan evaluasi elemen-elemen yang terlibat dalam sistem pembelajaran tersebut sangat penting (Sudjana, 2015).

Pengembangan *green chemistry* sering kali terkait adanya penggunaan bahan zat kimia yang berbahaya dalam lingkungan. Maka *green chemistry* menawarkan bahan alternatif untuk mengurangi adanya penggunaan atau pembuatan bahan berbahaya yang berpotensi merugikan kehidupan makhluk dan mengganggu ekosistem. Dalam konteks pembelajaran kimia, penerapan *green chemistry* dapat dilakukan melalui pengembangan modul, model pembelajaran, dan praktik sehari-hari yang lebih ramah lingkungan (Idrus, dkk, 2020).

Menerapkan prinsip *green chemistry* dalam pembelajaran kimia diharapkan dapat menjadi pilihan yang cocok untuk mempromosikan pendekatan pembelajaran kimia yang berfokus pada lingkungan dan menciptakan kondisi kerja yang aman di laboratorium. Penelitian sebelumnya oleh Adela Rizky Larasati (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran praktikum *green chemistry* meningkatkan hasil belajar mahasiswa secara efektif, memberikan keamanan, mengurangi jumlah limbah berbahaya yang dihasilkan, dan menghemat biaya dengan menggunakan bahan yang mudah didapat atau mudah diakses dan murah (Larasati, 2022). Selain itu, dilakukan penelitian lain yaitu Redhana (2020) menyampaikan kesimpulan bahwa siswa menunjukkan sikap yang baik dan sangat positif terhadap minat belajar kimia saat melakukan praktikum *green chemistry* (Redhana, dkk., 2020).

Buku dan modul pembelajaran kimia telah menjadi standar dalam pendidikan, namun masih dianggap kurang efektif dalam memberikan pemahaman kepada peserta didik, yang mengakibatkan penurunan semangat belajar. Ini disebabkan oleh sifat kajian kimia yang memerlukan pemahaman konsep-konsep abstrak, perhitungan, dan praktikum yang kompleks (Yustiqvar, dkk., 2019). Hasil pengamatan, menunjukkan bahwa sebagian besar siswa hanya menghafal konsep kimia tanpa memahaminya. Oleh karena itu, guru perlu menyusun modul atau e-book yang sesuai untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep tersebut.

Metode pendekatan 4S-TMD (*Four Steps Teaching Material Development*) direkomendasikan untuk menghasilkan E-modul berkualitas. Metode pengembangan bahan ajar 4S-TMD terdiri dari 4 tahapan sebagai berikut : tahap seleksi, strukturisasi, karakterisasi, dan reduksi didaktik. Penerapan metode ini bertujuan agar bahan ajar

yang dihasilkan sesuai dengan tuntutan kurikulum dan memfasilitasi partisipasi aktif peserta didik dalam pemecahan masalah (Anwar, 2019).

Berdasarkan hasil wawancara terhadap 2 (dua) orang mahasiswa semester 5 Program Studi Pendidikan Kimia bahwa modul ajar praktikum Kimia Fisika masih memiliki beberapa kekurangan, yaitu modul praktikum Kimia Fisika masih belum diperbarui dalam jangka waktu yang cukup lama, materi yang terdapat dalam modul masih terbatas dan belum mencakup semua materi yang seharusnya dipelajari oleh mahasiswa. Hal ini menyebabkan mahasiswa tidak mendapatkan pemahaman yang menyeluruh tentang konsep-konsep Kimia Fisika, serta sering terjadi ketidaksesuaian antara langkah-langkah praktikum yang dilakukan dalam modul sehingga mahasiswa mengalami kebingungan dan kesulitan dalam menyelesaikan praktikum.

Berdasarkan hasil wawancara salah satu dosen mata kuliah Praktikum Kimia Fisika 1 di Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sriwijaya dijelaskan bahwa ketersediaan LKM sudah ada namun masih menggunakan bahan kimia sintesis dengan tingkat toksisitas yang tinggi. Bahan tersebut juga mahal dengan jumlah keberadaan yang terbatas dan belum ada teknologi pengolahan limbah. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diharapkan penggunaan LKM berbasis *green chemistry* yang aman, mudah digunakan, serta ramah lingkungan. Selain melatih keterampilan proses sains siswa, selain dapat juga melatih keterampilan siswa dalam memecahkan masalah lingkungan serta memanfaatkan bahan alam yang ramah lingkungan.

Berdasarkan penelitian diatas, bahwa diperlukan adanya pengembangan lembar kerja mahasiswa (LKM) praktikum kimia fisika untuk mahasiswa program studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya yang dapat mendukung dalam proses pembelajaran serta mengatasi permasalahan pada kegiatan praktikum. Maka dari itu, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan mengangkat judul **“Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Materi Penentuan Jejari Molekul Dengan Metode Viskositas Berbasis *Green Chemistry*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimanakah cara mengembangkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) praktikum kimia fisika Materi Penentuan Jejari Molekul Dengan Metode Viskositas Berbasis *Green Chemistry* yang valid, praktis, dan efektif?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini yaitu untuk diperolehnya produk bahan ajar berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) praktikum kimia fisika Materi Penentuan Jejari Molekul Dengan Metode Viskositas Berbasis *Green Chemistry* yang valid, praktis, dan efektif.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Mahasiswa

Karena adanya lembar kerja mahasiswa praktikum yang berbasis *green chemistry* dapat menuntun mahasiswa dalam melaksanakan praktikum di laboratorium serta untuk menambah wawasan tingkat belajar mahasiswa dalam meningkatkan keaktifitas dan berpikir kritis. Dengan cara ini, mahasiswa tidak hanya mempelajari teknik laboratorium, tetapi juga mengasah rasa tanggung jawab terhadap lingkungan serta menerapkan prinsip-prinsip kimia ramah lingkungan dalam kegiatan sehari-hari.

2. Bagi Dosen

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan ajar yang memberikan panduan untuk mengintegrasikan konsep-konsep *green chemistry* dalam metode penentuan jejari molekul menggunakan viskositas. Dengan demikian, lembar kerja mahasiswa (LKM) ini tidak hanya memfasilitasi pemahaman mahasiswa terhadap materi, tetapi juga memperkuat kesadaran akan pentingnya pendekatan ramah lingkungan dalam praktik kimia fisika.

3. Bagi Prodi Pendidikan Kimia Unsri

Hasil penelitian ini diharapkan mampu merancang modul pembelajaran kimia pada mata kuliah kimia fisika yang berbasis *green chemistry* sehingga dapat meningkatkan mutu atau kualitas program studi.

4. Bagi Peneliti Lain

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk mengembangkan lembar kerja mahasiswa (LKM) praktikum kimia fisika berbasis *green chemistry* pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142.
- Anwar, S. (2020). *Kelayakan E-Book Interaktif Sebagai Bahan Ajar E-Learning Pada Materi Elektrokimia Yang Dikembangkan Melalui 4S-TMD*, 228-235.
- Anwar, S. (2019). *Pengembangan Bahan Ajar*. Sekolah Pasca Sarjana : UPI.
- Afri, L. D. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa Berbasis Model-Model Pembelajaran Kooperatif Pada Perkuliahan Persamaan Diferensial Elementer. *Jurnal ABSIS*, 1(1), 1-8. doi: <https://doi.org/10.30606/absis.v1i1.5>
- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rondakarya.
- Ali, F., Agustina, T. E., & Wijayanti, M. S. (2017). *Kumpulan Percobaan Sederhana Kimia Fisika 1*. Indralaya, Universitas Sriwijaya: Laboratorium Kimia Fisika.
- Andrianto, Y. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Kimia Pada Materi Reaksi Redoks Berbasis Knowledge Building Environment. *Skripsi*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Anastas, P. dan Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice, *The Royal Society of Chemistry*, 39(1), 301-312.
- Arafah, R. N. (2019). Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Molekul Berbasis Android Studi Kasus Sman 18 Bandung. *Skripsi*. Universitas Komputer Indonesia.
- Arsis, A. N., Dahlan, D., Harmadi, H., & Suari, M. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Kekentalan Oli Sae 10-30 Menggunakan Metode Falling Ball Viscometer (FBV). *Jurnal Ilmu Fisika*, 9(2), 76-86. <https://doi.org/10.25077/jif.9.2.76-86.2017>.

- Ayuningtiyas, B.S., 2022. *Pengembangan Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis Green Chemistry Pada Materi Laju Reaksi Di SMA Negeri 8 Semarang*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Amaly, A. R., Sjaeful, A., & Budiman, A. (2020). Bahan Ajar Asam Basa Untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kreatif Menggunakan 4S-TMD. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 8(2): 9–21.
- Chen, dkk., (2020). *Implementation of Green Chemistry Principles in Circular Economy System Towards Sustainable Development Goals: Challenges and Perspectives*, *Science of the Total Environment*, 716(1), 1-16. doi: <https://Doi.Org/10.1016/J.Scitotenv.2020.136998>.
- Damayanti, S. K., & Retno, W. (2023). Pengembangan Modul Ajar Online Berbasis *Science Education for Sustainable Development* (SESD) untuk Meningkatkan Kemampuan Membuat Keputusan. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 3(3): 276-292.
- Deda, Y. N., & Hermina, D. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Etnomatematika Menggunakan Konteks Motif Kain Tenun Timor. *Jurnal Karya Pendidikan Matematika*, 6(2), 20-26).
- Febriani, M. (2016). Pemanfaatan Lembar Kerja Mahasiswa Untuk Meningkatkan Keaktifan Mahasiswa: Studi Penerapan Lesson Study Pada Mata Kuliah Buku Teks Pelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 16(1), 203-212.
- Habiburrohman, A. W., & Fauzi, F. (2020). Rancang Bangun Alat Viskositas Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah Sebagai Detektor Waktu Pada Praktikum Viskositas Zat Cair Matakuliah Fisika Dasar. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 2(2). <https://Doi.Org/10.29303/Jppfi.V212.57>.

- Hake, R.R. (1998). Interactive Engagement Vs. Traditional Methods: Six Thousand Student Survey Of Mechanics Test Data For Introductory Physics Courses. *American Journal Of Physics*. 66(1): 64-74.
- Hendri, S., Setiawan, W. (Universitas P.I., 2016. *The Development Of Earth Quake Teaching Material For Junior High School By Four Step Teaching Materials Development Method*. 12 (1): 65–76. <https://doi.org/10.15294/jpfi>
- Herranen, J., Yavuzkaya, M. Dan Sjostrom, J. (2021). Embedding Chemistry Education into Environmental and Sustainability Education: Development Of A Didaktik Model Based On An Eco-Reflexive Approach, Sustainability, 13(1746), Hal. 3–15.
- Hendri, S., & Setiawan, W. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Tema Gempa Bumi Menggunakan Four Step Teaching Materials Development. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(1), 65-76.
- Idrus, S. W. Al, Hadisaputra, S. Dan Junaidi, E. (2020). Pendekatan Green Chemistry Dalam Modul Praktikum Kimia Lingkungan Untuk Meningkatkan Kreatifitas Mahasiswa Calon Guru Kimia, *Chemistry Education Practice*, 3(2). Doi: <https://doi.org/10.29303/Cep.V3i2.2110>.
- Irawati, A. (2018). Pembuatan Dan Pengujian Viskositas Dan Densitas Biodiesel Dari Beberapa Jenis Minyak Jelantah. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 82-89.
- Irsalina, A., & Dwiningsih, K. (2018). Analisis Kepraktisan Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (Lkpd) Berorientasi Blended Learning Pada Materi Asam Basa. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 3(2): 171-182.
- Kenneth, & Jame. 2004. *Green Chemistry. Theory And Practice*, Oxford University.
- Kurniawan, A. B., & Rusly, H. (2021). Efektivitas Permainan Zuper Abase Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Asam Basa. *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika dan Sains*, 5(2), hal: 93.

- Larasati, A. R. (2022). Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Green Chemistry Materi Pengaruh Katalis Terhadap Laju Reaksi di Prodi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Lubis, N. A. (2018). Pengaruh Kekentalan Cairan Terhadap Waktu Jatuh Benda Menggunakan Falling Ball Method. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Teknologi*, 2(2), 26-32.
- Lumbantoruan, P., & Erislah, Y. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Pelumas (Oli). *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 13(2), 26-34.
- Mairing, J. P., & Lorida, D. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa Berbasis Masalah Dan Proyek Pada Mata Kuliah Analisis Data. *Jurnal Pendidikan*, 14(2), 53-61.
- Meliana, 2020. Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Mata Kuliah Matematika Dasar Materi Relasi Dan Fungsi Dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing Berbasis Website. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Mundir. (2013). *Metode Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif*. STAIN Jember Press.
- Nabila, S., Sanjaya, Sari, D.K. (2023). Pengembangan Materi Kimia Kayu Dan Pulp Pada Sub Materi Pohon Untuk Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 13 (1): 1–7.
- Ni'mah, S. (2016). Lembar Kerja Mahasiswa Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa. *Lentera: Jurnal Pendidikan*, 11(2), 70-79.
- Nurmilawati, S., Salamah, A., & Dewi, M. (2021). Identifikasi Pengetahuan Dan Kompetensi Sains Siswa Berdasarkan Socio-Scientific Issues (Ssi) Pada Materi Sistem Koloid. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 11(1), 35-40. Doi: <https://Doi.Org/10.21009/Jrpk.111.06>.

- Nurrahmah, F. A., Effendi, N., & Hidayah. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Green Chemistry Pada Praktikum Laju Reaksi Di Laboratorium SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 7(1), 33-40.
- Okpatrioka, 2023. Research And Development (R & D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86-100. Doi: <http://dx.doi.org/10.47861/jdan.v1i1.154>.
- Prabawati, S. Y., & A. Wijayanto. (2015). Penerapan Green Chemistry Dalam Praktikum Kimia Organik Materi Reaksi Nitrasasi Pada Benzena. *Jurnal Integrated Laboratory*. Vol.3, 1-8.
- Prastiti, T. D., Mairing, J. P., Handayani, E. P., & Pendidikan, S. (2017). *Tri Dyah Prastiti*. 7(1).
- Prasetyowati, R. (2015). Uji Viskositas Pemakaian Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor. *Jurnal Sains Dasar*, 4(1), 42-48.
- Putri, A. C. (2019). Pengaplikasian Prinsip-Prinsip Green Chemistry Dalam Pelaksanaan Pembelajaran Kimia Sebagai Pendekatan Untuk Pencegahan Pencemaran Akibat Bahan-Bahan Kimia Dalam Kegiatan Praktikum di Laboratorium. *Journal of Creativity Student*, 67-73.
- Putri, Y. D., Rina, E., & Hermansyah, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 5(2): 168-174.
- Rahmawati, Y. (2018). Peranan Transformative Learning Dalam Pendidikan Kimia: Pengembangan Karakter, Identitas Budaya, Dan Kompetensi Abad Ke-21. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 8(1), 1-16. Doi: <https://Doi.Org/10.21009/Jrpk.081.01>.
- Rahmi., Ainil, M., & Ratulani, J. (2017). Analisis Kebutuhan Mahasiswa Dalam Mengikuti Perkuliahan Aljabar Linear Elementer. *Jurnal LEMMA*, 3(2), 1-7.

- Rahayu, N. S., Edy, C., & Eko, B.S. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis *Design Based Learning* (DBL) Pada Materi Sistem Koloid. *Jurnal Chemistry in Education*, 10 (2): 70-77.
- Rasul, A., Subhanudin, R.S.D., Tambusai. (2022). Efektivitas Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Terhadap Kemampuan Pemahaman Matematis Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Hermon Timika. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(3): 778–784.
- Redhana, I. W., Suardana, I. N., Selamat, I. N., & Merta, L.M. (2020). Pengaruh Praktikum Kimia Hijau Pada Sikap Siswa Terhadap Kimia. *Edusains*. 12(2): 154–165.
- Riduwan. (2010). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Ritonga, A.P., Andini, N.P., Iklimah, L. (2022). Pengembangan Bahan Ajaran Media. *Jurnal Mutidisiplin (MUDE)*, 1(3): 343–348.
- Rizkiana, F., Herlina, A., & Yasmine, K. (2020). Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis *Green Chemistry* Untuk Siswa Sma Kelas Xi Semester 2. *Lantanida Journal*, 8(1), 1-95.
- Utami, S. D., & Ika, N. D. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa Berbasis Pemberdayaan Berpikir Melalui Pertanyaan Pada Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(2): 327–336.
- Savitri, W. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis *Problem Based Learning* Pada Materi Konsep Dasar, Penentuan Massa Molar Polimer dan Polimer Kristal Sebagian. Skripsi. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Shanti, M. R. S., dkk. (2014). Pembuatan Media Pembelajaran Pengukuran Viskositas Dengan Menggunakan Viskometer Dua Kumparan dan Freewave3. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, (10), 28-35.

- Sinaga, E. K., & Sebayang, N. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (Lkm) Matematika Berbasis Penemuan Terbimbing (*Guided Discovery Learning*) Pada Materi Matriks Mahasiswa Program Studi Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan Dan Sipil*, 14(2), 22–28.
- Sudjana, D. (2015). Kartu Kation-Anion Sebagai Inovasi Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Kimia Di Sekolah Menengah Atas (SMA), *Jurnal Lingkar Widyaiswara*, 2(1), Hal. 21-37. Tersedia DOI: [Http://Juliwi.Com/Published/E0201/Paper0201_21-37.Pdf](http://Juliwi.Com/Published/E0201/Paper0201_21-37.Pdf).
- Sudijono, A. (2015). *Penilaian Hasil Belajar Siswa*. Bandung: Angkasa.
- Sukaryawan, M., Sari, D.K. (2023). *Buku Ajar Penelitian Pendidikan Berbasis Konstruktivisme 5 Fhase Needham*. Palembang: Bening Media Publishing.
- Sukaryawan, M., Sari, D.K. 2023. *Buku Ajar Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Konstruktivisme 5 Fhase Needham*. Palembang: Bening Media Publishing.
- Syar, N.I. & Hamidah, I. (2015). Studi Literasi Pengembangan Bahan Ajar Ipa Terpadu Dengan Tema Cuaca Menggunakan 4 Steps Teaching Material Development (4s Tmd). *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains 2015 (Snips 2015)*, 465-468.
- Wea, K. N., Rambu, R, H. H., & Elisabeth, D. K. (2021). Penerapan Metode Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dengan Mind Mapping Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(8), 770-774. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5820959>
- Widjajanti, E. 1998. Cakrawala Pendidikan. *Meramalkan Warna Zat Pewarna Dengan Pendekatan Partikel Dalam Kotak 1-Dimensi*, Hal 41-46.
- Yasin, M, W. S. (2023). Rancang Bangun Viscometer Digital Dengan Pemanas Induksi Berbasis Mikroontroler Atmega 8535. *Juteks*, 10(1), 26-34. <https://ejournal.uika-bogor.ac.id>.

Yustiqvar, M., Hadisaputra, S. Dan Gunawan (2019). Analisis Penguasaan Konsep Siswa Yang Belajar Kimia Menggunakan Multimedia Interaktif Berbasis Green Chemistry, *Pijar Mipa*, 14(3), Hal. 135-140.

Zowada, Dkk., (2019). Developing A Lesson Plan On Conventional And Green Pesticides In Chemistry Education A Project Of Participatory Action Research, *Chemistry Education Research And Practice*. Doi: <https://doi.org/10.1039/C9rp00128j>.