

ANALISIS INSTRUMEN SPEKTRA FTIR DAN GC-MS SENYAWA KALKON HASIL SINTESIS DARI VANILIN DALAM MAJALAH KIMIA: SUPLEMEN PERKULIAHAN KIMIA ORGANIK LANJUT

Dini Sudianti^{1*}, Rahmawati², Syarifa Wahidah Al Idrus³

^{1 2 3} Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Mataram. Jalan Majapahit No. 62 Mataram, NTB 83112, Indonesia.

* Corresponding Author. E-mail: dinisudianti2884@gmail.com

Received: 23 April 2025 Accepted: 31 Mei 2025 Published: 31 Mei 2025

doi: 10.29303/cep.v8i1.8711

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis instrumen senyawa kalkon dan mengembangkan *chemistry magazine* sebagai bahan bacaan tambahan bagi mahasiswa. Metode yang digunakan adalah model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). Tahap pendefinisian dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan potensi materi, dilanjutkan dengan perancangan isi serta desain majalah. Tahap pengembangan meliputi validasi ahli, uji respon mahasiswa, dan revisi produk. Tahap penyebaran dilakukan melalui ketua Program Studi Pendidikan Kimia dan publikasi pada jurnal ilmiah. Validasi dilakukan oleh tiga dosen dari Program Studi Pendidikan Kimia dan FMIPA Universitas Mataram. Uji respon mahasiswa dilakukan terhadap 47 mahasiswa Pendidikan Kimia. Hasil validasi menggunakan indeks Aiken's V menunjukkan nilai sebesar 0,83, yang termasuk kategori sangat valid. Sementara itu, tingkat kelayakan berdasarkan uji respon mahasiswa mencapai 90,03%, yang dikategorikan sangat praktis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *chemistry magazine* yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan bacaan pendukung pembelajaran. Majalah ini dinilai menarik, informatif, dan relevan, khususnya dalam memahami senyawa kalkon dan analisis instrumennya. Diharapkan produk ini dapat meningkatkan minat serta motivasi belajar mahasiswa dalam bidang kimia.

Kata Kunci: Interpretasi FTIR dan GC-MS, Senyawa Kalkon, Majalah Kimia.

Analysis of FTIR and GC-MS Spectral Instruments of Synthesized Chalcone Compounds Derived from Vanillin in the Chemistry Journal: A Supplement for Advanced Organic Chemistry Lectures

Abstract

This study aims to analyze the instrumentation of chalcone compounds and develop a chemistry magazine as supplementary reading material for students. The research employed the 4D development model (Define, Design, Develop, Disseminate). The define stage identified the needs and potential of the material, followed by the design of the magazine's content and layout. The development stage included expert validation, student responses, and product revision. The dissemination stage was carried out through a review by the Head of the Chemistry Education Study Program and publication in a scientific journal. Validation was conducted by three lecturers from the Chemistry Education Study Program and the Faculty of Mathematics and Natural Sciences at the University of Mataram. Student responses were collected from 47 chemistry education students. The validation results using Aiken's V index showed a score of 0.83, indicating a very valid category. Meanwhile, the practicality level based on student responses reached 90.03%, categorized as very practical. The findings show that the developed chemistry magazine is suitable as supplementary reading material. It is considered engaging, informative, and relevant, particularly in understanding chalcone compounds and their instrumental analysis. This product is expected to enhance students' interest and motivation in learning chemistry.

Keywords: FTIR dan GC-MS Interpretation, Chalcone Compounds, Chemistry Magazine.

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia adalah proses interaksi dalam pembelajaran yang melibatkan fasilitas tertentu, menggunakan model, strategi, metode, dan pendekatan untuk membantu mahasiswa mengembangkan potensi kimianya, sehingga memperoleh pengetahuan dan pengalaman yang tepat (Pauline et al., 2023). Tujuan pembelajaran kimia adalah agar mahasiswa dapat memahami konsep-konsep kimia dengan baik. Namun, kenyataannya tidak semua mahasiswa dapat memahami dengan mudah konsep-konsep yang diajarkan dalam pembelajaran kimia (Salirawati, 2011). Di Universitas Mataram, Program Studi Pendidikan Kimia menawarkan berbagai mata kuliah kimia organik, seperti senyawa organik monofungsi, senyawa organik polifungsi, mekanisme dan sintesis senyawa organik, kimia bahan alam, serta penentuan struktur kimia organik.

Hasil survey yang dilakukan pada mahasiswa semester 7 pendidikan kimia menunjukkan bahwa sebanyak 42,9% mahasiswa

pembelajaran alternatif berupa majalah kimia. Salah satu cara untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam penentuan struktur senyawa kimia adalah dengan menggunakan media yang menarik, seperti majalah kimia.

Banyak mahasiswa merasa bahwa media pembelajaran yang ada saat ini belum sepenuhnya mendukung pemahaman mereka, terutama dalam konsep-konsep yang rumit seperti struktur dalam analisis instrumen kimia organik. Mereka menginginkan media pembelajaran yang lebih interaktif dan visual, yang dapat menyederhanakan konsep-konsep kompleks dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan efektif. Dengan adanya media pembelajaran yang lebih inovatif, mahasiswa berharap dapat memperdalam pemahaman mereka tentang struktur kimia dan meningkatkan keterampilan analisis, sehingga mereka lebih siap menghadapi tantangan akademik dan profesional di masa depan. Hal ini akan memperkaya proses belajar mengajar dan meningkatkan hasil akademik mahasiswa.

Kimia sangat terkait dengan kehidupan

merasa salah satu mata kuliah yang kurang diminati adalah Penentuan Struktur Senyawa Organik, yang menghadirkan tantangan karena melibatkan analisis senyawa karbon yang kompleks serta reaksi kimia yang lebih mendalam. Pemahaman mengenai struktur molekuler dan hubungannya dengan sifat kimia sangat penting dalam mata kuliah ini. Pembelajaran juga mencakup reaksi organik dan mekanisme reaksi, serta penerapan kimia organik dalam sintesis senyawa penting di berbagai bidang, seperti obat-obatan dan bahan kimia industri. Kesulitan dalam memahami materi ini sering menyebabkan mahasiswa kurang antusias, sehingga diperlukan bahan bacaan tambahan yang sesuai dengan minat dan kebutuhan mereka, untuk membantu pemahaman yang lebih baik.

Berdasarkan hasil survei menunjukkan bahwa 85,7% mahasiswa tertarik menggunakan majalah sebagai media pembelajaran karena selain teks, majalah juga menyertakan gambar atau foto yang dapat menarik minat baca mahasiswa, sehingga kegiatan belajar menjadi lebih menarik. Solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menyediakan media sehari namun mahasiswa sering merasa pelajaran kimia membosankan karena rumus dan simbol yang rumit (Fatmawati, 2013). Indonesia memiliki kekayaan alam yang melimpah, termasuk tumbuhan berkhasiat obat yang mengandung senyawa kalkon, seperti vanili, kunyit, jahe, dan kayu manis. Senyawa kalkon dalam tumbuhan ini memiliki manfaat kesehatan, seperti sifat antioksidan dan antimikroba yang dapat membantu melawan radikal bebas dan meningkatkan daya tahan tubuh. Kalkon merupakan senyawa yang banyak ditemukan dalam tanaman dan dianggap sebagai prekursor flavonoid dan isoflavonoid. Kalkon, yang termasuk dalam kelas flavonoid penting, dapat disintesis melalui kondensasi Claisen-Schmidt (Ahmad, 2023). Mengingat jumlah kalkon yang dihasilkan langsung dari tanaman seringkali terbatas, sintesis senyawa ini menjadi alternatif yang digunakan untuk memperoleh kalkon dalam jumlah yang lebih besar (Ekanayake et al., 2022).

Beberapa kandungan utama yang terdapat dalam senyawa kalkon antara lain flavonoid, terkandung dalam kalkon berfungsi sebagai senyawa kalkon berfungsi sebagai bioaktif yang

memiliki berbagai efek biologis, termasuk penghambatan oksidasi yang dapat mengurangi kerusakan sel. Antosianin yang ditemukan dalam beberapa kalkon juga memiliki efek antioksidan, dan beberapa senyawa kalkon diketahui dapat mengurangi peradangan serta berpotensi mengatasi berbagai penyakit.

Untuk menentukan kandungan kalkon dalam suatu sampel, teknik analisis yang umum digunakan adalah FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) dan GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry). FTIR adalah teknik spektroskopi yang digunakan untuk menganalisis gugus fungsional dalam senyawa kimia. Dengan menggunakan FTIR, kita dapat mengidentifikasi ikatan-ikatan tertentu dalam senyawa kalkon, seperti ikatan C=C (double bond) dalam cincin aromatik dan kelompok fungsi lainnya seperti -OH, -CO, dan -C=O. FTIR dapat memberikan informasi terkait dengan struktur fungsional kalkon, serta perbandingan antara senyawa kalkon murni dan campuran.

Observasi dilakukan terhadap mahasiswa yang sedang atau telah menyelesaikan mata kuliah kelompok kimia organik (Kimia Organik 1, Kimia Organik 2, Kimia Organik Lanjut, dan Penentuan Struktur Senyawa Organik) di Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram dengan cara menyebarkan angket dalam bentuk Google Form. Hasil survei yang dilakukan menunjukkan bahwa 42,9% mahasiswa merasa bosan mengikuti pembelajaran pada mata kuliah kelompok kimia organik tersebut, sementara 14,3% lainnya tidak merasakannya. Hal ini menunjukkan bahwa ada ketidakpuasan yang cukup besar terhadap metode pembelajaran yang digunakan dalam mata kuliah ini.

Pada pertanyaan terakhir yang meminta pendapat mengenai kebutuhan media majalah sebagai sumber bacaan tambahan untuk mata kuliah kelompok kimia organik, 85,7% mahasiswa menyatakan bahwa mereka membutuhkan media tersebut, sementara 14,3% lainnya sangat membutuhkan untuk membandingkannya dengan pakar-pakar lain diluar. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa menginginkan adanya sumber

bacaan yang lebih variatif dan menarik untuk mendalami materi kimia organik, yang selama ini dianggap sulit dan membosankan.

Berdasarkan hasil angket tersebut, teridentifikasi bahwa kesulitan utama dalam pembelajaran kimia organik sebagian besar berasal dari keterbatasan akses terhadap literatur yang sesuai. Banyak mahasiswa yang mengungkapkan kesulitan dalam mencari sumber bacaan yang relevan dan mudah dipahami untuk mendalami materi kuliah, terutama yang berhubungan dengan konsep-konsep abstrak dalam kimia organik. Hal ini menunjukkan kebutuhan besar bagi mahasiswa untuk mendapatkan bahan bacaan tambahan yang lebih bervariasi dan dapat menunjang pemahaman mereka, khususnya dalam konteks mata kuliah kimia organik. Oleh karena itu, penyediaan media pembelajaran yang lebih interaktif, seperti majalah kimia, dapat menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan ini dan meningkatkan kualitas pembelajaran.

Majalah sebagai media komunikasi cetak memiliki peran penting dalam menyampaikan informasi kepada pembacanya. Menurut Arsyad (2014), majalah mampu memberikan pengaruh yang signifikan bagi para pembaca, terutama dalam penyampaian informasi yang menarik dan mudah dipahami. Pratiwi & Hamidah (2017) menjelaskan bahwa majalah adalah media berbasis cetak yang menyajikan konten dan gambar secara sederhana, sehingga membantu pembaca memahami konsep dengan lebih baik. Selain itu, Munandi (2013) menyebutkan bahwa majalah juga berfungsi sebagai sumber berita aktual yang dapat mendorong kreativitas siswa dalam lingkungan pembelajaran. Soeatminah dalam Golung (2015) menambahkan bahwa majalah merupakan terbitan berkala dengan nomor urut tertentu yang berisi artikel dari berbagai bidang atau fokus pada topik tertentu. Sebagai media cetak, majalah menyajikan tulisan-tulisan yang diproduksi melalui mesin cetak, memberikan informasi yang dapat meningkatkan wawasan pembaca.

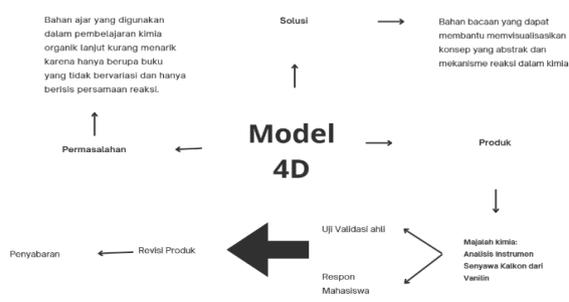
Keunggulan utama majalah terletak pada penyajian konten yang menarik dengan visual berkualitas tinggi, membuatnya tetap relevan di

era digital. Majalah menawarkan informasi yang mendalam dengan riset yang lebih komprehensif

serta wawancara dengan para ahli, memberikan perspektif yang lebih luas dibandingkan media lainnya. Selain itu, tata letak dan foto-foto berkualitas dalam majalah memperkuat daya tariknya dan memudahkan pemahaman pembaca. Majalah juga mencakup beragam topik, mulai dari politik hingga gaya hidup, sehingga dapat menjangkau berbagai segmen pembaca. Kepraktisan dalam penggunaannya menjadi nilai tambah lain, karena majalah dapat dengan mudah dibawa dan dibaca kapan saja sesuai dengan kenyamanan pembaca. Namun, kelemahan utama majalah adalah harganya yang cenderung lebih tinggi akibat penggunaan kertas berkualitas dalam produksinya.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D), yaitu suatu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2016). Kerangka pengembangan model 4D majalah kimia dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pengembangan Model 4D Majalah Kimia

Berdasarkan Gambar 1 penelitian ini bersifat deskriptif, yang berarti bahwa data dianalisis dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan informasi yang telah dikumpulkan sebagaimana adanya tanpa bertujuan untuk membuat kesimpulan yang bersifat umum atau generalisasi (Sugiyono, 2016).

Pada tahap define, dilakukan analisis senyawa kalkon menggunakan spektra FTIR

dan GC-MS serta keterkaitannya dengan CPMK kelompok kimia organik. Tahap design mencakup perancangan awal majalah prototype I). Selanjutnya, pada tahap develop, dilakukan validasi awal terhadap prototype I, revisi, serta pengembangan menjadi prototype II, yang kemudian diuji kelayakannya. Tahap terakhir, yaitu disseminate, dilakukan dengan mendistribusikan majalah kimia melalui dua cara, yaitu dengan menyerahkannya kepada Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Mataram serta melalui publikasi di jurnal ilmiah.

Tahap Define (Pendefinisian)

Pada tahap ini, penelitian dan pengembangan produk majalah kimia dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek penting. Salah satu Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dalam kelompok kimia organik di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Mataram adalah kemampuan mahasiswa dalam memahami konsep dasar serta metode analisis struktur menggunakan instrumen kimia, seperti FTIR dan GC-MS. Mahasiswa diharapkan mampu menginterpretasikan data spektroskopi dari kedua instrumen tersebut. Untuk menunjang ketercapaian indikator pembelajaran ini, diperlukan sumber referensi tambahan yang lebih interaktif dan visual selain buku dan jurnal. Oleh karena itu, dikembangkan sebuah majalah kimia yang menyajikan materi terkait spektra FTIR dan GC-MS secara lebih mudah dipahami. Selain itu, analisis senyawa kalkon menggunakan GC-MS menghasilkan kromatogram atau puncak yang menunjukkan keberadaan molekul dalam sampel yang dianalisis. Identifikasi molekul ini dilakukan dengan melihat berat molekul yang tercantum dalam kromatogram.

Tahap Design (Perancangan)

Tahap perancangan bertujuan untuk menyusun konsep awal pengembangan majalah kimia sebelum dilakukan pengujian. Langkah pertama adalah penyusunan teks majalah dengan menggunakan bahasa sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Struktur bahasa yang digunakan mengombinasikan kalimat baku dan tidak baku agar tetap menarik, namun tetap sesuai dengan kaidah kebahasaan yang berlaku dalam dunia pendidikan. Selanjutnya, dilakukan perancangan desain majalah yang mencakup beberapa bagian utama, yaitu halaman pembuka

yang berisi sampul, halaman judul, salam redaksi, serta pengantar mengenai tanaman vanilin; halaman isi yang membahas senyawa kalkan, proses sintesisnya, serta berbagai instrumen analisis yang digunakan; serta halaman penutup yang berisi permainan edukatif terkait materi yang telah disajikan.

Tahap pengembangan (develop)

Tahap pengembangan mencakup serangkaian langkah dalam merancang dan menyempurnakan suatu produk hingga mencapai bentuk akhir yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Selain itu, tahap ini juga mencakup proses pengujian validitas dan kelayakan produk secara berulang agar hasil yang diperoleh benar-benar optimal (Sugiyono, 2014). Salah satu bagian penting dalam tahap ini adalah uji validitas oleh ahli, yang bertujuan untuk menilai sejauh mana majalah kimia yang telah dikembangkan memenuhi standar kelayakan. Validasi ini dilakukan dengan menggunakan instrumen penilaian yang mencakup aspek kegrafikan, kelayakan isi, penyajian, serta kebahasaan, yang dinilai oleh tiga validator independen.

Validasi Produk Awal

Setelah prototipe pertama (Prototipe 1) selesai dibuat, dilakukan uji validasi guna menilai tingkat kevalidan majalah sebelum diujicobakan lebih lanjut. Validasi ini dilakukan oleh tiga dosen ahli yang bertindak sebagai validator. Proses validasi menggunakan instrumen penilaian yang sebelumnya. Berdasarkan $P = \frac{f}{N} \times 100\%$ yang sebelumnya. Berdasarkan dari para validator, dilakukan revisi pada majalah kimia agar lebih sesuai dengan standar yang diharapkan. Produk yang telah direvisi kemudian disebut sebagai Prototipe 2.

Uji Coba Penggunaan

Setelah melalui tahap validasi dan revisi, majalah kimia kemudian diujicobakan untuk mengetahui respons serta penilaian mahasiswa mengenai kelayakan majalah sebagai bahan bacaan pendukung. Uji coba ini dilakukan pada 58 mahasiswa semester 7 Program Studi Pendidikan Kimia di Universitas Mataram. Penilaian dilakukan menggunakan angket yang dirancang untuk mengukur tingkat kelayakan majalah berdasarkan berbagai aspek yang telah ditetapkan.

Analisis Data

Data hasil validasi kemudian dianalisis menggunakan metode Aiken's V untuk mengukur tingkat kesepakatan para validator terhadap aspek-aspek yang dinilai. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Keterangan :

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

s = r - lo

lo = Angka penilaian validitas

terendah c = Angka penilaian

validitas tertinggi

r = Angka yang diberikan oleh

validator n = Jumlah validator ahli

(Retnawati, 2016).

Tabel 1. Kategori Nilai Aiken's V

No	Harga V	Keterangan
1.	$V \leq 0,4$	Kurang Valid
2.	$0,4 < V \leq 0,8$	Valid
3.	$0,8 < V \leq 1$	Sangat Valid

Angket respon mahasiswa dianalisis menggunakan metode deskriptif dengan menentukan tingkat kelayakan majalah kimia yang dikembangkan. Rumus yang digunakan dalam Analisis data ditunjukkan pada tabel 2

Keterangan:

P = Skor akhir

f = Skor yang diperoleh

N = Skor maksimal

Tabel 2. Kategori Nilai Persen

No	Persentasi	Skor
1.	81,25% - 100%	Sangat Layak
2.	62,50% - 81,24%	Layak
3.	43,75% - 62,40%	Kurang Layak
4.	25% - 43,74%	Tidak Layak

Data dari angket respon mahasiswa dianalisis secara deskriptif untuk menentukan tingkat kelayakan majalah kimia yang dikembangkan sebagai suplemen pembelajaran. Analisis dilakukan dengan metode kuantitatif untuk

menghitung persentase kelayakan berdasarkan tanggapan mahasiswa. Hasil analisis ini memberikan gambaran mengenai efektivitas dan keterpahaman materi dalam majalah, serta aspek yang perlu diperbaiki. Rumus yang digunakan dalam analisis data ditampilkan pada Tabel 2, yang mencakup parameter perhitungan tingkat kelayakan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.

Tahap Dessiminate (Penyebaran)

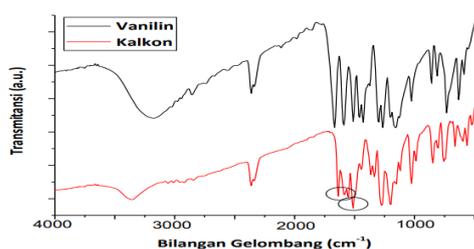
Pada tahap akhir yaitu disseminate (penyebaran), majalah kimia dengan konten analisis instrumen senyawa kalkon akan disebarluaskan melalui dua jalur utama. Pertama, majalah diserahkan kepada Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Mataram sebagai referensi tambahan dalam perkuliahan. Kedua, produk dipublikasikan dalam jurnal ilmiah agar dapat diakses oleh komunitas akademik yang lebih luas serta memberikan kontribusi terhadap penelitian dan pengembangan bahan ajar dalam bidang kimia organik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Spektra FTIR dan GC-MS Senyawa Kalkon dari Vanilin

Sintesis senyawa kalkon dilakukan dengan menggunakan vanilin sebagai bahan dasar melalui reaksi kondensasi aldol, yang kemudian dianalisis menggunakan spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Spektra FTIR digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi utama dalam senyawa hasil sintesis, sementara GC-MS digunakan untuk menentukan massa molekul serta memastikan kemurnian dan struktur senyawa kalkon yang diperoleh.

Hasil analisis senyawa kalkon yang disintesis dari vanilin menggunakan spektroskopi FTIR dengan pelarut etanol menghasilkan spektrum inframerah yang menunjukkan karakteristik gugus fungsi pada Gambar 1. di bawah ini. Spektrum IR senyawa kalkon dijelaskan pada Gambar 2 dibawah ini:

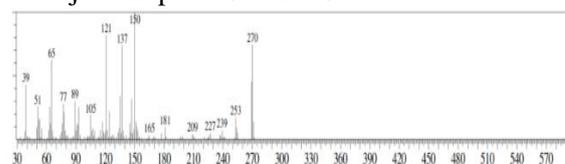


Gambar 2. Spektrum IR Senyawa Kalkon

Tabel 3. Hasil Spektra FTIR Senyawa Kalkon

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsional	Keterangan
1.	1666	C=O (Aldehid)	Menunjukkan Reaksi Berhasil
2.	1635	C=O (Keton)	Indikasi Terbentuknya Kalkon
3.	1512	C=C (Aromatik)	Menunjukkan Keberadaan Cincin Aromatik

Keberhasilan sintesis senyawa kalkon dari vanilin diketahui melalui analisis spektra FTIR, yang menunjukkan perubahan yang signifikan pada gugus fungsional senyawa hasil reaksi. Spektra massa senyawa kalkon ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektra Massa Senyawa Kalkon

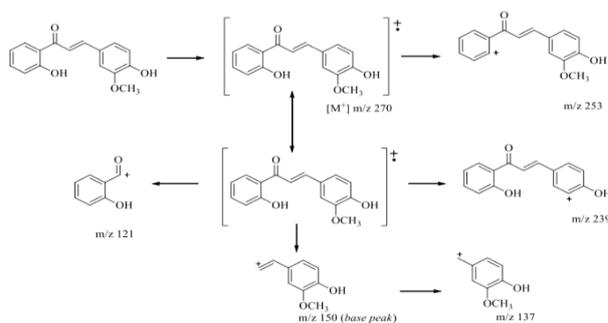
Berdasarkan Gambar 3 hilangnya serapan khas karbonil aldehid (C=O) pada 1666 cm⁻¹ mengindikasikan bahwa gugus aldehid dari vanilin telah bereaksi. Sebagai penggantinya, muncul serapan baru pada 1635 cm⁻¹, yang merupakan karakteristik dari karbonil keton (C=O) dalam kalkon. Selain itu, adanya puncak serapan pada 1512 cm⁻¹ menunjukkan keberadaan ikatan rangkap C=C dalam sistem aromatik, yang menandakan bahwa struktur inti kalkon tetap terjaga setelah reaksi berlangsung.

Data hasil spektroskopi inframerah (IR) kemudian dicocokkan dengan keberadaan gugus karbonil (C=O) khas dari senyawa keton, serta dianalisis lebih lanjut dengan membandingkannya terhadap puncak-puncak yang muncul dalam data spektrum massa (MS) untuk memastikan identifikasi struktur senyawa secara lebih akurat. Hasil Spektra Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) dan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Senyawa Kalkon dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Spektra FTIR dan GC-MS Senyawa Kalkon

No	m/z (Rasio Massa Muatan)	Fragmen	Keterangan
1.	270	M+ (Molekul)	Massa Molekul Relative Kalkon
2.	253	-OH	Fragmen Hasil Kehilangan -OH
3.	239	-OCH ₃	Fragmen Hasil Kehilangan Metoksi
4.	150	Base Peak	Fragmen dari Vanillin yang Kehilangan Karbonil
5.	137	Fragmen kecil	Hasil Fragmentasi Lebih Lanjut
6.	121	Fragmen kecil	Dari O-Hidroksiasetofenon tanpa Gugus Metil

Pola fragmentasi spektrum massa senyawa kalkon ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola Fragmentasi Spektrum Massa Senyawa Kalkon

Berdasarkan Gambar 4 pola fragmentasi yang diamati dalam spektra GC-MS semakin memperjelas struktur senyawa kalkon. Base peak pada m/z 150 menunjukkan fragmen paling stabil yang berasal dari vanilin yang kehilangan gugus karbonil. Peak lainnya pada m/z 121 berasal dari fragmen o-hidroksiasetofenon yang telah kehilangan satu gugus metil (-CH₃).

Analisis lebih lanjut menggunakan GC-MS menunjukkan adanya peak utama pada m/z 270, yang merupakan ion molekuler (M⁺) dari senyawa kalkon. Hal ini mengonfirmasi bahwa

senyawa yang dihasilkan memiliki massa molekul yang sesuai dengan struktur (E)-3-(hidroksi-3-metoksifenil)-1-(2-hidroksifenil) prop-2-en-1-on. Adanya ion molekuler ini menjadi bukti kuat bahwa reaksi sintesis telah berhasil menghasilkan produk yang diinginkan.

Adapun pola fragmentasi spektrum massa senyawa kalkon menunjukkan serangkaian proses pemutusan ikatan yang terjadi selama analisis, menghasilkan fragmen-fragmen ionic dengan rasio massa terhadap muatan (m/z) yang khas, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Fragmen tambahan seperti m/z 253 menunjukkan kehilangan gugus hidroksil (-OH), sedangkan m/z 239 mengindikasikan kehilangan gugus metoksi (-OCH₃). Pola ini sesuai dengan mekanisme fragmentasi khas senyawa kalkon, yang semakin menguatkan hasil karakterisasi struktur.

Berdasarkan hasil analisis FTIR dan GC-MS, dapat disimpulkan bahwa sintesis kalkon telah berhasil dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Hilangnya serapan karbonil aldehid dan munculnya karbonil keton dalam spektra FTIR, serta kesesuaian pola fragmentasi dalam spektra GC-MS, menunjukkan bahwa produk yang diperoleh sesuai dengan struktur yang diharapkan. Dengan demikian, senyawa kalkon yang diperoleh berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam aplikasi kemosensor atau bidang lain yang relevan.

Majalah Kimia yang Dikembangkan

Pembuatan majalah diawali dengan penggunaan aplikasi Canva, yang digunakan untuk menyusun isi majalah kimia. Pada tahap ini, dilakukan pemilihan dokumentasi, konsep-konsep kimia yang relevan dengan Instrumen FTIR, GC-MS, senyawa kalkon dan tumbuhan vanili, serta desain visual seperti latar belakang, jenis, bentuk, dan warna tulisan. Draft awal majalah, yang disebut prototipe 1, mencakup aspek penulisan dan perancangan. Berikut adalah desain-desain bagian majalah.

Pengembangan Majalah Kimia

Pengembangan majalah ini menggunakan model 4D (Four-D), yang terdiri dari empat tahap utama, yaitu define (pendefinisian), design (perancangan), develop (pengembangan), dan disseminate (penyebaran) (Sugiyono, 2016). Model ini diterapkan untuk memastikan bahwa majalah yang dihasilkan memiliki kualitas yang sistematis, berbasis penelitian, dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan.

Tahap pertama, define (pendefinisian), merupakan langkah awal yang bertujuan untuk menganalisis kebutuhan serta mengumpulkan informasi yang relevan untuk pengembangan majalah. Analisis ini dilakukan melalui studi literatur guna memperoleh referensi yang mendukung, sehingga konten yang disajikan memiliki landasan ilmiah yang kuat. Pada tahap ini juga dilakukan analisis spektrum inframerah (IR) terhadap ekstrak kasar daun renggak menggunakan spektroskopi FTIR. Hasil analisis tersebut kemudian dikaitkan dengan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dalam kelompok kimia organik, sehingga materi yang disajikan tidak hanya bersifat teoritis tetapi juga memiliki relevansi akademik yang jelas.

Setelah tahap define selesai, proses konsep awal majalah mulai disusun berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan. Pada tahap ini, berbagai aspek desain visual dan struktur majalah diperhatikan, seperti tata letak halaman, pemilihan warna, jenis dan ukuran font, serta desain sampul. Selain itu, konten yang telah dikurasi sebelumnya mulai diintegrasikan secara sistematis agar mudah dipahami dan menarik bagi pembaca. Perancangan ini juga mempertimbangkan aspek estetika serta keterbacaan, sehingga majalah tidak hanya informatif tetapi juga nyaman dinikmati secara visual. Aplikasi canva sebagai media pembuatan majalah ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Aplikasi canva sebagai media pembuatan majalah

Secara garis besar majalah terdiri dari tiga bagian yang dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Bagian-bagian Majalah

No	Bagian	Isi	Hal
1.	Pembuka	Sampul (kop, nomor seri, judul majalah, gambar tanaman vanili, gambar senyawa kalkon). Halaman redaksi (sekapur sirih dari redaksi, Sslam redaksi, tim redaksi dan daftar isi majalah)	Sampul 1-3
2.	Isi	Pengenalan tumbuhan vanili, klasifikasi, morfologi, cara memperoleh vanili, kandungan dan manfaat vanili. Kondensasi aldol dan reaksi kondensasi aldol. Senyawa kalkon dan sintesis kalkon. Macam-macam instrument, interpretasi instrument Fragmentasi, contoh fragmentasi, pola fragmentasi senyawa kalkon.	4-8 9-13 14-17 18-28 29-30
3.		Ice breking	31

Selanjutnya, tahap pengembangan (develop) adalah proses di mana rancangan awal majalah yang telah dibuat diubah menjadi produk akhir yang siap digunakan. Pada tahap ini, dilakukan berbagai uji coba untuk memastikan bahwa majalah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan dan memenuhi standar kualitas yang baik (Sugiyono, 2016).

Salah satu bagian penting dalam tahap ini adalah uji validitas oleh para ahli. Tujuan dari uji validitas ini adalah untuk menilai apakah majalah yang dibuat sudah layak digunakan. Penilaian dilakukan menggunakan instrumen khusus yang mencakup empat aspek utama, yaitu tampilan visual (kegrafikan), isi, cara penyajian, dan penggunaan bahasa. Untuk memastikan hasil yang objektif, majalah ini divalidasi oleh tiga orang ahli (validator) yang berpengalaman di bidangnya.

Selama proses validasi, para validator memberikan berbagai saran dan masukan mengenai bagian-bagian yang perlu diperbaiki. Setiap validator (validator 1, 2, dan 3) memberikan komentar mengenai desain majalah dan instrumen yang digunakan. Semua saran tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi agar majalah menjadi lebih baik

Setelah perbaikan dilakukan berdasarkan masukan dari para validator, hasil revisi ini disebut sebagai prototipe 2.

Langkah selanjutnya adalah menganalisis hasil validasi untuk mengetahui apakah majalah ini benar-benar layak digunakan. Analisis dilakukan menggunakan metode indeks Aiken's V, yang berguna untuk mengukur tingkat validitas berdasarkan penilaian para ahli. Hasil analisis menunjukkan bahwa majalah ini dinilai sangat valid oleh ketiga validator. Rata-rata nilai validitas yang diperoleh untuk setiap aspek adalah sebagai berikut: tampilan visual (0,88), kelayakan isi (0,86), penyajian (0,80), dan kebahasaan (0,78). Hasil validasi ahli ditunjukkan pada Tabel 6.

No	Instrumen	Aspek Penilaian	Nilai V	Rata-Rata	Kategori
1	Majalah kimia dengan konten analisis instrument senyawa kalkon	Komponen kegrafikan	0,88	0,83	Sangat Valid
		Komponen kelayakan Penyajian	0,86		
		Komponen kelayakan isi	0,80		
		Komponen kebahasaan	0,78		

Berdasarkan hasil validasi ini, dapat disimpulkan bahwa majalah kimia yang telah dikembangkan memiliki tingkat validitas yang tinggi dan layak untuk digunakan serta disebarluaskan. Selain dianalisis validitasnya, pada majalah juga dilakukan analisis PA (*Percentage Agreement*) untuk mengukur tingkat konsistensi penilaian antar validator. Analisis ini bertujuan untuk melihat sejauh mana kesepakatan penilaian yang diberikan oleh para validator terhadap berbagai aspek dalam majalah.

Instrumen	Aspek Penilaian	PA	Rata-rata	Kategori
Majalah kimia dengan konten analisis instrument senyawa kalkon	Komponen kegrafikan	97%	88,5%	Reliabel
	Komponen kelayakan isi	89%		
	Komponen kelayakan penyajian	88%		
	Komponen kebahasaan	86%		

Berdasarkan hasil analisis PA atau reliabilitas antar validator yang disajikan dalam Tabel 6, diperoleh rata-rata persentase kesepakatan penilaian terhadap majalah kimia pada empat komponen utama, yaitu tampilan visual (kegrafikan), kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kebahasaan. Hasil analisis yang ditampilkan dalam Tabel 7 menunjukkan bahwa rata-rata tingkat reliabilitas antar validator mencapai 88,5%. Jika dirinci lebih lanjut, persentase kesepakatan untuk masing-masing komponen adalah 97% untuk kegrafikan, 89%

untuk kelayakan isi, 88% untuk kelayakan penyajian, dan 86% untuk kebahasaan.

Hasil analisis reliabilitas ini juga divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat konsistensi penilaian antar validator. Tahap berikutnya dalam pengembangan majalah adalah uji kelayakan, yang dilakukan dengan melibatkan 47 mahasiswa semester 7 dari Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Mataram, yang terdiri dari kelas A, B, dan C. Uji ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap majalah yang telah dikembangkan serta mengukur tingkat kelayakannya.

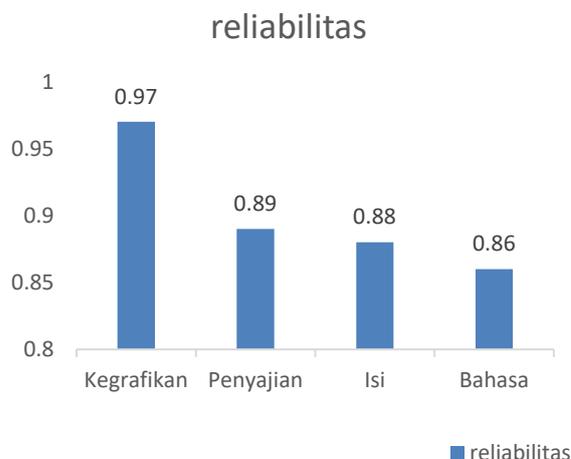
Instrumen yang digunakan dalam uji kelayakan berupa angket dengan 23 pernyataan yang mencakup beberapa aspek penting. Sebanyak 10 pernyataan digunakan untuk menilai daya tarik majalah, 4 pernyataan untuk mengevaluasi kualitas isi atau materi, 3 pernyataan untuk mengukur kemudahan dalam penggunaan, dan 2 pernyataan untuk menilai manfaat yang diberikan oleh majalah. Setiap pernyataan dalam angket memiliki empat pilihan jawaban, yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), kurang setuju (KS), dan tidak setuju (TS).

Hasil analisis terhadap angket yang telah diisi oleh mahasiswa menunjukkan bahwa rata-rata persentase kelayakan majalah mencapai 90,36%. Berdasarkan hasil tersebut, majalah ini dikategorikan sebagai "sangat layak" untuk digunakan. Rincian lebih lanjut mengenai hasil uji kelayakan ini dapat dilihat pada Tabel kelayakan Majalah

Validitas & Reliabilitas Majalah

Majalah kimia dengan tema analisis instrumen senyawa kalkon yang telah dikembangkan telah melewati proses evaluasi berdasarkan empat aspek utama, yaitu tampilan grafis, kelayakan isi, cara penyajian, serta aspek kebahasaan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa majalah ini tergolong dalam kategori sangat valid, yang berarti setiap komponen telah memenuhi standar kualitas yang tinggi.

Keempat komponen utama, yakni desain grafis, isi, penyajian, serta penggunaan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, telah dinilai memiliki kualitas yang baik. Tingkat validitas masing-masing komponen tersebut divisualisasikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Reliabilitas Antar Validator

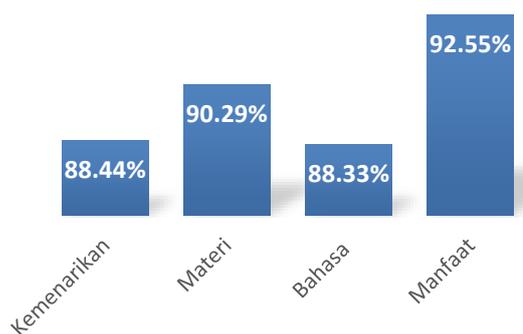
Berdasarkan Gambar 6 Majalah kimia yang telah divalidasi oleh para ahli kemudian diuji coba pada mahasiswa untuk mengetahui tingkat kepraktisannya berdasarkan tanggapan mahasiswa. Uji coba ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana majalah tersebut dapat digunakan secara efektif dalam pembelajaran dan seberapa besar manfaat yang dirasakan oleh mahasiswa. Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran angket kepada 47 mahasiswa sebagai sampel penelitian. Angket yang digunakan mencakup beberapa aspek penilaian utama, seperti tingkat kemenarikan majalah dari segi desain dan tampilan, kualitas materi yang disajikan, penggunaan bahasa yang digunakan dalam penyampaian informasi, serta manfaat yang diperoleh mahasiswa, khususnya dalam memahami analisis instrumen senyawa kalkon dari vanilin yang dijelaskan di dalam media majalah tersebut. Hasil respon mahasiswa terhadap majalah kimia analisis instrumen senyawa kalkon ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Majalah Kimia Analisis Instrumen Senyawa Kalkon

No	Aspek	Nilai Akhir	Kategori
1.	Kemenarikan majalah	88,44%	Sangat praktis
2.	Materi majalah	90,29%	Sangat praktis
3.	Kebahasaan majalah	88,83%	Sangat praktis

4.	Manfaat analisis senyawa kalkon dalam majalah	92,55%	Sangat praktis
Rata-rata%		90,03%	Sangat praktis

Berdasarkan Tabel 8 hasil respons mahasiswa yang diperoleh dari angket ini dianalisis untuk memperoleh gambaran mengenai tingkat kepraktisan majalah kimia yang dikembangkan. Melalui analisis data ini, dapat diketahui apakah majalah tersebut telah memenuhi kriteria yang dibutuhkan dalam mendukung pembelajaran mahasiswa atau masih memerlukan perbaikan di beberapa aspek. Berikut ini adalah grafik yang menyajikan hasil analisis respons mahasiswa terhadap tingkat kepraktisan majalah kimia yang telah dikembangkan. Grafik respon mahasiswa terhadap majalah kimia ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Respon Mahasiswa terhadap Majalah Kimia

Berdasarkan hasil analisis data dari angket respons mahasiswa yang ditampilkan dalam grafik 5.1, diperoleh rata-rata persentase respons dari seluruh aspek penilaian majalah kimia sebesar 90,03%. Persentase ini menunjukkan bahwa majalah kimia tergolong dalam kategori "sangat praktis". Kepraktisan majalah ini dibuktikan melalui komponen dengan nilai tertinggi, yaitu manfaat analisis instrumen senyawa kalkon dalam majalah, yang memperoleh persentase sebesar 92,55%. Penilaian aspek ini didasarkan pada beberapa indikator utama, di antaranya bahwa penggunaan majalah dapat meningkatkan ketertarikan mahasiswa terhadap mata kuliah kelompok kimia organik, khususnya pada materi analisis instrumen senyawa kalkon. Selain itu, majalah ini juga berkontribusi menambah pengetahuan serta

wawasan mahasiswa dan mempermudah pemahaman mereka terhadap analisis instrumen. Aspek kebahasaan dalam majalah kimia memperoleh persentase sebesar 88,83%, yang termasuk dalam kategori "sangat praktis". Hal ini menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan dalam majalah bersifat komunikatif, dengan kalimat yang jelas dan mudah dipahami. Selain itu, materi yang disajikan dalam majalah tidak menimbulkan ambiguitas atau kesalahpahaman dalam penafsiran.

Aspek materi yang disajikan memperoleh persentase yang sama, yaitu 90,29%, yang memenuhi kriteria "sangat praktis" dan aspek kegrafikan majalah yang memperoleh persentase 88,44% yang juga memenuhi kriteria "sangat praktis". Desain tampilan majalah dibuat semenarik mungkin, dengan penggunaan gambar yang relevan dengan materi pembelajaran sehingga membantu mahasiswa dalam memahami isi majalah. Selain itu, majalah ini juga dilengkapi dengan permainan edukatif yang menarik. Dari segi materi, isi majalah kimia telah disesuaikan dengan tingkat kognitif mahasiswa, sehingga memungkinkan mereka untuk mempelajari materi secara mandiri dengan lebih mudah dan efektif.

Berdasarkan hasil analisis kepraktisan majalah kimia oleh mahasiswa Pendidikan Kimia, dapat disimpulkan bahwa majalah yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan bacaan bagi mahasiswa. Kesimpulan ini didukung oleh hasil analisis kepraktisan yang menunjukkan bahwa majalah tersebut termasuk dalam kategori "sangat praktis". Dengan demikian, majalah kimia yang membahas analisis instrumen senyawa kalkon dari vanin dapat digunakan dengan mudah oleh mahasiswa Pendidikan Kimia.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan, hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Hasil FTIR menunjukkan hilangnya serapan karbonil aldehid (C=O) pada 1666 cm^{-1} dan munculnya karbonil keton (C=O) pada 1635 cm^{-1} , menandakan reaksi sukses. Puncak pada 1512 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan ikatan rangkap C=C dalam sistem aromatik. Sedangkan Analisis GC-MS menunjukkan ion molekuler pada m/z 270, mengonfirmasi struktur kalkon yang diharapkan. Pola fragmentasi menunjukkan base peak pada m/z 150 dari vanilin tanpa karbonil, serta fragmen lain seperti m/z 121, 253, dan 239, yang sesuai dengan mekanisme khas

kalkon. Berdasarkan uji validitas majalah kimia (chemistry Magazine) yang dikembangkan memperoleh nilai rata-rata V sebesar 0,83, sehingga termasuk kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa konten dan desain majalah telah memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh para ahli. Selain itu, persentase rata-rata reliabilitas antar validator terhadap majalah mencapai 88,5%, yang masuk dalam kategori reliabel. Hal ini menunjukkan bahwa penilaian antar validator menunjukkan tingkat kesepakatan yang tinggi, sehingga majalah ini dapat dianggap konsisten dan layak digunakan berdasarkan uji validitas dan reliabilitas yang telah dilakukan. Majalah kimia yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan dengan nilai rata-rata persentase sebesar 90,03% termasuk kategori sangat praktis sehingga dapat disimpulkan majalah kimia dapat digunakan sebagai suplemen pembelajaran kimia

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Idrus, S. W., & Rahmawati, R. (2021). Pengembangan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa melalui Pembelajaran Berbasis Proyek pada Mata Kuliah Kimia Lingkungan di Masa Pandemi Covid 19. *AS-SABIQUN*, 3(1), 14-25.
- Amelia, N., & Aisyah, N. (2021). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) dan Penerapannya pada Anak Usia Dini di TK IT Al-Farabi. *Jurnal Pendidikan dan Anak Usia Dini*, 1(2), 181-199.
- Astuti, D. A., Haryanto, S., & Prihatni, Y. (2018). Evaluasi implementasi kurikulum 2013. *Jurnal penelitian dan evaluasi pendidikan*, 6(2), 7-14.
- Auliawati, P., Nita, C. I. R., & Sriatun, S. (2023). Penerapan Model Project Based Learning Berbantuan Media Komik Digital untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Kelas IV di SDN Sukomoro Kediri. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, dan Pengelolaan Pendidikan*, 3(9), 759-766.
- Chonkaew, P., Sukhummeek, B., & Faikhamta, C. (2016). Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 842-861

- Dahar, R. W. (2014). *Teori-teori Belajar & Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Damanik, D. R., Darwis, M., & Rifai, A. A. (2022). Penerapan Metode Demonstrasi Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X OTKP SMK YPKP Sentani Kab. Jayapura Papua. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Pembelajaran*, 4(1), 63-69.
- Fitriyana L. O., Koderi, K., & Anggraini, W. (2018). Project Based Learning Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik di Tanggamus. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(3), 243-253.
- Fitriyani, R., Haryani, S., & Susatyo, E. B. (2017). Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 11(2), 1957-1970.
- Gumantan, A. (2020). Pengembangan Aplikasi Pengukuran Tes kebugaran Jasmani Berbasis Android. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 19(2), 196-205.
- Juliangkary, E., & Pujilestari, P. (2022). Kajian Literatur Metode Tanya Jawab Pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(3), 2571-2575.
- Kristanti, Y. D., & Subiki, S. (2017). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning Model) pada Pembelajaran Fisika Disma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2), 122-128.
- Meidyawati, S., & Ws, R. (2018). Pengaruh Penggunaan Media Komik Terhadap Hasil Membaca Pemahaman Di Kelas V Sd Negeri 2 Gunung Pereng Kota Tasikmalaya. *Pedadidaktika. Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 5(2), 283-295.
- Nurpratami, H., Farida, I. C., & Helsy, I. (2015). Pengembangan Bahan Ajar pada Materi Laju Reaksi Berorientasi Multipel Representasi Kimia. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*, 353.
- Rahmatilla, Z., & Tanjung, Y. I. (2020). Perbedaan Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Inquiry Training dan Pembelajaran Konvensional Pada Materi Pokok Elastisitas dan Hukum Hooke di SMA. *Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(1), 165-172.
- Rati, N. W., Kusmaryatni, N., & Rediani, N. (2017). Model pembelajaran berbasis proyek, kreativitas dan hasil belajar mahasiswa. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 6(1), 60-71.
- Santoso, M., & Madiistriyanto H. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Tangerang: Indigo Media.
- Suseno, N., Riswanto, R., Aththibby, A. R., Alarifin, D. H., & Salim, M. B. (2021). Model pembelajaran perpaduan sistem daring dan praktikum untuk meningkatkan kemampuan kognitif dan psikomotor. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 42-56.
- Toplis, R. & Allen, M. (2011). 'I do and I understand?' Practical work and laboratory use in United Kingdom schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(1), 3-9.
- Zenyu, G. (2012). An arduous but hopeful journey: Implementing projet-based learning in midle school of China. *Frontiers of Education in China*, 7(4), 608-634.