

PENGEMBANGAN MAJALAH KIMIA DENGAN KONTEN INTERPRETASI SPEKTRA FTIR DARI EKSTRAK KASAR DAUN RENGGAH (*Amomum dealbatum* Roxb.)

Rahmawati¹, Haida Joharlin^{2*}, Syarifah Wahidah Al Idrus³

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

* Corresponding Author. E-mail: haidaarlin18@gmail.com

Received: 22 Januari 2025

Accepted: 31 Mei 2025

Published: 31 Mei 2025

doi: 10.29303/cep.v8i1.8454

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interpretasi spektra FTIR dari ekstrak daun rengga sebagai bahan bacaan mahasiswa dalam bentuk *Chemistry Magazine*, dan untuk mengetahui kelayakan majalah kimia tersebut dilakukan uji validasi ahli dan uji respon mahasiswa terhadap majalah kimia dengan konten interpretasi spektra FTIR dari ekstrak kasar daun rengga. Model penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4D yang terdiri dari empat tahap, yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Validasi majalah dilakukan oleh tiga dosen Pendidikan Kimia, selanjutnya dilakukan uji respon mahasiswa kepada 58 mahasiswa Pendidikan Kimia, Universitas Mataram. Pada penelitian, didapati majalah kimia yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang diperoleh menggunakan rumus Aiken's V adalah 0,87 dengan kategori sangat valid dan memiliki tingkat kelayakan sebesar 90,36% dengan kategori sangat layak. Sehingga dapat disimpulkan majalah kimia dapat digunakan sebagai suplemen bacaan kimia.

Kata Kunci: Spektroskopi FTIR, Daun Rengga, Majalah Kimia, Pengembangan, Pembelajaran

Analysis of Implementation of Practicum and Management of Chemistry Laboratories at Public Schools in East Lombok

Abstract

This study aims to determine the interpretation of FTIR spectra of rengga leaf extract as student reading material in the form of Chemistry Magazine, and to determine the feasibility of the chemistry magazine, expert validation tests and student response tests were carried out on chemistry magazines with FTIR spectra interpretation content from crude extracts of rengga leaves. The research and development model used in this research is the 4D model which consists of four stages, namely defining, designing, developing, and disseminating. Validation of the magazine was carried out by three Chemistry Education lecturers, then student response tests were carried out on 58 Chemistry Education students, Mataram University. In the study, it was found that the chemistry magazine developed had a validity level obtained using the Aiken's V formula of 0.87 with a very valid category and had a feasibility level of 90.36% with a very feasible category. So it can be concluded that chemistry magazines can be used as chemistry reading supplements.

Keywords: FTIR Spektroskopi, *Amomum dealbatum*, Chemistry Magazines, Development, Learning

PENDAHULUAN

Salah satu bidang kimia yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah kimia organik (Fauzi'ah & Diniaty, 2017). Karena sebagian besar materi kimia bersifat abstrak, kimia masih dianggap sebagai disiplin ilmu yang

menantang untuk dipelajari (Ristanti & Sumarti, 2024). Mata kuliah kimia yang abstrak dan kaya akan konsep meliputi struktur atom, tabel periodik, ikatan kimia, stoikiometri, redoks, larutan elektrolit dan nonelektrolit, dan senyawa hidrokarbon (Wulandari, 2013).

Pada Prodi Pendidikan Kimia, materi kimia organik diberikan dalam 5 mata kuliah yakni senyawa organik monofungsi, senyawa organik polifungsi, mekanisme dan sintesis senyawa organik, kimia bahan alam, dan penentuan struktur senyawa organik. Studi tentang zat organik termasuk dalam bidang kimia organik. Karena sebagian besar barang di pasaran mengandung komponen organik yang diperlukan untuk kehidupan, bidang studi ini memegang peranan penting dalam kehidupan manusia (Amaliyah & Nasrudin, 2019). Ilmu kimia organik sendiri mencakup bahan reaksi organik, hubungan antara struktur dan karakteristik senyawa organik, alkana, alkena, alkuna, alkohol dan eter, alkil halida, senyawa karbonil, senyawa aromatik, isomerisme, stereokimia, dan penggolongan senyawa organik menurut gugus fungsinya (Rahmawati, 2023).

Senyawa organik diperoleh dengan dua cara yaitu diisolasi dari bahan alam seperti tanaman dan tumbuh-tumbuhan, serta disintesis dalam laboratorium. Senyawa organik dari alam diperoleh dengan cara diisolasi melalui tanaman (Budimarwanti, 2009). Golongan-golongan senyawa organik yang banyak terdapat di alam yakni “hidrokarbon alifatik (bensin, parafin, gas metana, gas asetilena dan sebagainya), senyawa aromatik (benzena, piridin, fenol, anilin, dan tiofen dan sebagainya), alkohol, aldehid, keton, asam karboksilat, dan ester.” Senyawa organik yang diperoleh dengan sintesis dilakukan dengan mereaksikan senyawa-senyawa yang dilakukan di laboratorium (Naufal & Wiani, 2017). Untuk mengetahui jenis senyawa apa yang diperoleh dengan isolasi bahan alam dan sintesis laboratorium dilakukan penentuan struktur senyawanya (Firmansyah, 2020).

Bagian dari proses mengisolasi zat kimia alami adalah mencari tahu strukturnya. Tanpa pengetahuan tentang struktur kimianya, zat yang diisolasi tidak akan berarti apa-apa (Atun, 2014). Salah satu bahan alam itu adalah tumbuhan renggak. Renggak merupakan tanaman khas pulau Lombok atau dapat dikatakan etnonya pulau Lombok yang masih belum banyak diteliti. Padahal, daun renggak diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder (Mustariani & Hidayanti, 2021). Di Pulau Lombok, tanaman renggak (*Amomum dealbatum* Roxb), anggota genus *Amomum*, banyak ditemukan. Zat kimia metabolit sekunder, termasuk senyawa flavonoid dan fenolik, yang memiliki sifat antioksidan, ditemukan dalam tanaman renggak. Meskipun penelitian lebih lanjut diperlukan untuk

mengidentifikasi lebih banyak komponen bioaktif dalam tanaman renggak, daunnya mudah diperoleh dan diketahui mengandung zat metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, dan fenolik (Baiq Ayu Aprilia & Hidayanti, 2021).

Untuk mengetahui kandungan senyawa dari daun renggak lebih lanjut dapat dilakukan penentuan struktur. Penentuan struktur dilakukan berdasarkan hasil analisis instrumen-instrumen yang mendeteksi senyawa organik salah satunya adalah Instrumen FTIR (Yusuf, 2021). Salah satu teknik spektroskopi yang paling banyak digunakan adalah Fourier Transform Infrared (FTIR), pendekatan spektroskopi inframerah kontemporer yang menggunakan algoritma transformasi Fourier untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi spektrumnya. Interaksi komponen kimia di dalam matriks sampel yang kompleks menghasilkan spektrum FTIR (Nurfitriyana, 2022).

Karena tujuan dari proses pembelajaran adalah agar seseorang mampu mengetahui dan memahami makna fakta, informasi, dan pengetahuan yang diperoleh dari sumber yang dapat dipercaya, maka instruktur memberikan materi pendidikan kepada peserta didik agar mereka dapat memahami dan menghayati materi tersebut secara utuh. Bagi mahasiswa pembelajaran yang berhasil ditandai dengan mempunyai mahasiswa mengaitkan pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari.

Observasi dilakukan pada mahasiswa yang sedang dan sudah menuntaskan mata kuliah kelompok kimia organik (kimia organik 1, kimia organik 2, kimia organik lanjut dan penentuan struktur kimia organik) dengan cara menyebarkan angket dalam bentuk google form. Data respon mahasiswa program studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram tentang Kebutuhan Mahasiswa terhadap suplemen bacaan mata kuliah kelompok kimia organik menunjukkan bahwa pernyataan bahwa Mahasiswa merasa bosan mengikuti pembelajaran mata kuliah kelompok kimia organik (Kimia Organik 1, Kimia Organik 2, Kimia Organik Lanjut, Kimia Bahan Alam dan Penentuan Struktur Senyawa Organik) mendapatkan skor: Ya 66,7% dan Tidak 33,3%.

Pernyataan mengenai materi penentuan struktur senyawa organik menggunakan instrumen disajikan dalam bentuk media majalah dapat menarik minat mahasiswa mendapatkan skor: ya 80% dan tidak 20%. Dan item terakhir

menyatakan Dalam pembelajaran mata kuliah kelompok kimia organik (Kimia Organik 1, Kimia Organik 2, Kimia Organik Lanjut, Kimia Bahan Alam dan Penentuan Struktur Senyawa Organik) apakah anda merasa membutuhkan media majalah sebagai sumber bacaan? mendapatkan skor: Ya 86,7 % dan Tidak 13,3%.

Berdasarkan hasil pengisian angket yang dilakukan terhadap mahasiswa yang sedang dan telah menyelesaikan kelompok mata kuliah kimia organik pada Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Mataram, teridentifikasi bahwa kesulitan dalam pembelajaran kimia organik sebagian besar berasal dari kendala dalam menemukan literatur yang sesuai. Mayoritas responden mengungkapkan kesulitan dalam mengakses sumber bacaan yang relevan untuk mendalami materi kuliah. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa memerlukan bahan bacaan tambahan yang lebih variatif, khususnya dalam konteks mata kuliah kimia organik.

Buku, majalah, tabloid, surat kabar, pamflet, selebaran, dan materi cetak lain yang bersifat edukatif dan dapat dibaca, dipelajari, serta meningkatkan kualitas hidup siswa merupakan contoh materi bacaan siswa. Begitu pula dengan materi bacaan yang berkaitan dengan kimia organik, yang ditujukan bagi siswa yang mempelajari mata pelajaran tersebut (Heliawati, 2018).

Fungsi utama majalah Chemistry, sebagai media informasi, adalah menyajikan berita faktual untuk menumbuhkan kreativitas siswa dan menyediakan lingkungan belajar yang baik dalam lingkungan pendidikan. Majalah Chemistry bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran dan meningkatkan motivasi mereka setelah membacanya (Yuni. 2019).

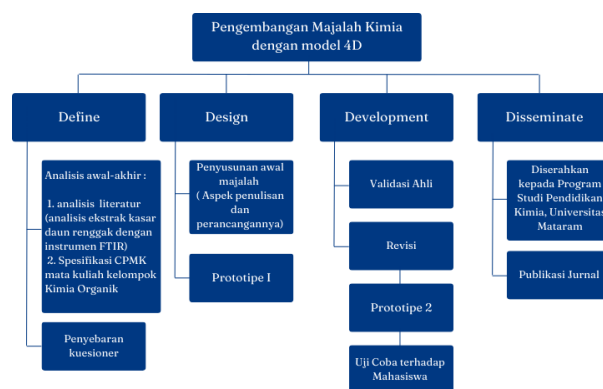
Penelitian mengenai interpretasi FTIR sudah dilakukan oleh Lia Puspitasari dengan kawan-kawan (2021) dengan judul “Karakteristik Senyawa Kimia Daun Mint (*Mentha sp*) dengan Metode FTIR dan Kemometrik”. Rahma Yuni (2019) telah meneliti tentang pembuatan majalah kimia sebagai sumber belajar mandiri bagi siswa SMA Negeri 2 Peusangan. Makalah ini berjudul Pengembangan Majalah Kimia pada Materi Asam-Basa.

METODE

Penelitian dan pengembangan (R&D) adalah proses menciptakan barang baru atau menyempurnakan barang yang sudah ada untuk menentukan seberapa sukses barang tersebut

(Rutsman, 2024). Untuk menciptakan barang yang lebih efektif dan efisien, penelitian ini menggunakan model Thiagarajan, yang sering dikenal sebagai model 4D, yang memiliki empat tahap: pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. dengan melalui proses tahap pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), dan penyebaran (*Diseminate*).

Tahap *define* dalam tahap ini dilakukan analisis spektra IR dari ekstrak kasar daun renggag dengan spektroskopi FTIR dan keterkaitannya dengan CPMK kelompok kimia organik., Tahap *design* membuat rancangan awal majalah (*prototype I*)., Tahap (*develop*) dilakukan validasi produk awal (*prototype I*) dan revisi produk menjadi *prototype II*, dan uji coba penggunaan untuk uji kelayakan majalah. Dan tahap terakhir ialah (*diseminate*) majalah kimia disebarluaskan dalam dua cara. Peyebaran yang pertama diserahkan kepada Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Mataram dan publikasi jurnal. Kerangka pengembangan majalah pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pengembangan model 4D Majalah Kimia

Tahap *define* adalah tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini. Tahap ini berisikan analisis kebutuhan awal yang dilaksanakan dengan studi literatur yang bertujuan untuk mencari dan mengumpulkan informasi sebanyak mungkin dan dijadikan sebagai konten dalam majalah kimia yang dikembangkan. Dalam tahap ini telah dilakukan analisis spektra IR dari ekstrak kasar daun renggag dengan spektroskopi FTIR dan keterkaitannya dengan CPMK kelompok kimia organik.

Perancangan (*design*) yang merupakan langkah selanjutnya setelah *define* yang dimana pada tahap ini dilakukan penyusunan awal majalah berdasarkan desain yang telah dibuat.

Pembuatan majalah awal dilakukan dengan bantuan aplikasi canva, selain itu pada tahap ini juga dilakukan pemilihan penyusunan isi dari majalah kimia, baik berupa dokumentasi, pemilihan konsep – konsep kimia yang berkaitan dengan Instrumen FTIR dan ekstrak daun renggak, pemilihan background majalah, serta pemilihan jenis, bentuk dan warna tulisan pada majalah kimia. Draft produk yang dihasilkan disebut prototipe 1 yang mencakup aspek penulisan dan perancangannya.

Pengembangan (*develop*) adalah proses di mana suatu rancangan produk diubah menjadi produk akhir dan divalidasi serta diuji secara berkala untuk memastikan bahwa produk akhir tersebut memenuhi standar yang ditetapkan. Sugiyono (2017). Tahap uji validitas ahli digunakan untuk mengevaluasi validitas majalah kimia yang dibuat dengan alat penilaian validitas yang mencakup elemen visual, bahasa majalah, kelayakan konten, dan kelayakan penyajian, yang semuanya diverifikasi oleh tiga validator.

Setelah prototipe 1 terbentuk dilakukan uji validasi yang bertujuan menilai kevalidan majalah, sebelum digunakan untuk tahap ujicoba. Validasi dilakukan oleh validator ahli yang terdiri dari 3 dosen. Uji validitas ahli dilakukan dengan menggunakan instrumen penilaian validitas. Saran dan masukan tersebut dijadikan sebagai landasan untuk melakukan revisi produk yang kemudian disebut sebagai *prototipe 2*.

Ujicoba dilakukan untuk mengetahui tanggapan dan penilaian mahasiswa terhadap tingkat kelayakan majalah sebagai suplemen bacaan. Uji coba dilakukan terhadap 58 orang mahasiswa semester 7 Pendidikan Kimia, Universitas Mataram. Uji dilakukan dengan menggunakan angket sebagai instrumen penilaian tingkat kelayakan majalah kimia tersebut.

Analisis Data. Data hasil validasi selanjutnya dianalisis/diukur menggunakan rumus Aiken'V, dengan persamaan berikut:

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

Keterangan :

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

Harga V	Keterangan
$V \leq 0,4$	Kurang Valid
$0,4 < V \leq 0,8$	Valid
$0,8 < V \leq 1$	Sangat Valid

(Azwar, 2012)

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.

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Skor akhir

f = Skor yang diperoleh

N = Skor maksimal

Tabel 2. Kategori Nilai Persen

Persentase	Skor
81,25% - 100%	Sangat layak
62,50% - 81,24%	layak
43,75% - 62,40%	Kurang layak
25% - 43,74%	Tidak layak

(Riduwan, 2013)

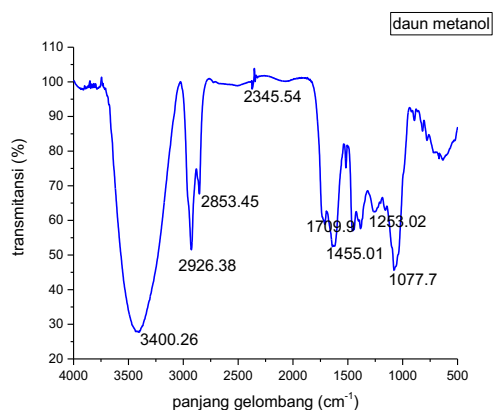
Setelah data angket respon mahasiswa diperoleh, tahap selanjutnya adalah finalisasi produk dan penyebaran produk majalah (*dessiminate*). Majalah kimia yang sudah melewati tahapan pengembangan akan disebarluaskan dalam dua cara. Pebaran yang pertama diserahkan kepada Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Mataram. Selain itu majalah ini juga akan disebarluaskan dengan cara publikasi jurnal yang memuat proses penelitian hingga pembuatan majalah serta hasil uji kelayakan pada mahasiswa. Tahap ini merupakan tahap akhir dari pengembangan majalah kimia dengan tujuan untuk menghasilkan produk berupa majalah kimia dengan konten Interpretasi Spektra FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Spektra FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak

Ekstrak kasar daun renggak dianalisis menggunakan instrument FTIR. Karena analisisnya cepat, agak akurat, dan menghasilkan spektrum dengan sedikit kesalahan, FTIR adalah teknologi yang digunakan untuk menganalisis berbagai macam barang, termasuk produk makanan (Herianto, 2016).

Hasil karakterisasi menggunakan FTIR dengan sampel daun renggag dengan pelarut etanol diperoleh spektrum inframerah seperti pada Gambar 2 dan tabel 3.



Gambar 2. Hasil Spektra IR Analisis Ekstrak Kasar Daun Renggag dengan Pelarut Metanol Spektroskopi FTIR

Tabel 3. Hasil Instrumen FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggag dengan Pelarut Metanol

No.	Wavenumber (cm ⁻¹)	Serapan Ikatan
1	3400.26	Gugus Hidroksil (-OH)
2	2926.38	Gugus Alkil (C-H)
3	2853.45	Gugus Alkil (C-H)
4	2345.54	Gugus Karbon Dioksida (CO ₂)
5	1709.9	Gugus Karbonil (C=O)
6	1455.01	Gugus Hidroksil (-OH)
7	1253.02 dan 1077.7	Gugus Alkil (C-H)

Pada gambar 2 terlihat bahwa spektra FTIR dari sampel ekstrak kasar daun renggag dengan pelarut metanol Pada daerah serapan dengan panjang gelombang pita kuat dekat 1709,9 cm⁻¹ terdapat gugus karbonil (C=O) yang khas (*Vibrasi Streaching* = uluran) diindikasikan sebagai gugus fungsi C=O dikarenakan gugus C=O biasanya terdapat pada daerah serapan 1820-1600 cm⁻¹. Karakteristik untuk senyawa aldehyd atau keton dan bisa juga dari asam karboksilat

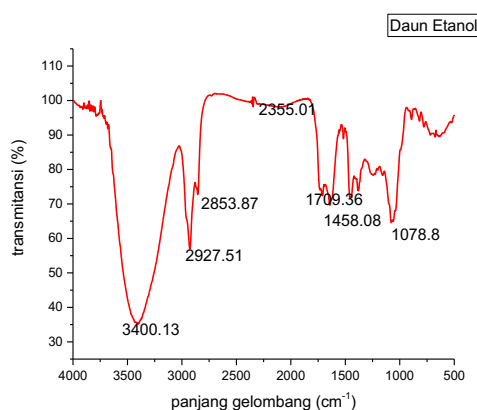
Pada daerah serapan dengan panjang gelombang 3400.26 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus O-H (hidroksil) dilihat dari Pita serapan yang lebar karakteristik untuk ikatan O-H. Biasanya berasal dari alkohol atau fenol. diindikasikan sebagai gugus fungsi O-H

dikarenakan gugus O-H biasanya terdapat pada daerah serapan 3400-2400 cm⁻¹.

Pada daerah serapan dengan panjang gelombang 2926.38 cm⁻¹ dan 2853.45 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-H alifatik merupakan vibrasi ulur (stretching) dari CH₂ dan CH₃. Dimana 2926 cm⁻¹ adalah C-H asimetris dan 2853 cm⁻¹ adalah C-H simetris Pada daerah serapan dengan panjang gelombang 2345.54 cm⁻¹ kemungkinan merupakan CO₂ dari udara (kontaminan sampel saat mau dianalisis) dan Tidak terlalu signifikan untuk analisis struktur.

Pada daerah serapan dengan panjang gelombang 1455.01 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi tekuk (bending) dari CH₂ dan CH₃ dan Memperkuat keberadaan rantai alkil. Pada daerah serapan dengan panjang gelombang menunjukkan adanya ikatan C-O. Bisa berasal dari alkohol, eter, atau ester. Range 1000-1300 cm⁻¹ karakteristik untuk C-O stretching.

Dapat disimpulkan bahwa sampel daun renggag yang diekstrak dengan metanol ini mengandung beberapa gugus fungsi utama yaitu, gugus hidroksil (OH), rantai hidrokarbon alifatik (C-H), gugus karbonil (C=O), ikatan C-O dan gugus metil dan metilen (CH₂ dan CH₃). Pola spektrum tersebut menunjukkan bahwa sampel kemungkinan mengandung senyawa-senyawa organik seperti alkohol, fenol, asam karboksilat, dan/atau senyawa karbonil lainnya, yang umum ditemukan dalam ekstrak tumbuhan.



Gambar 3. Hasil Spektra IR Analisis Ekstrak Kasar Daun Renggag dengan Pelarut Etanol Spektroskopi FTIR

Hasil karakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR pada sampel daun renggag dengan pelarut etanol menghasilkan spektrum inframerah yang dapat dilihat pada Gambar 3. Spektrum ini memberikan informasi penting mengenai gugus fungsi yang ada dalam sampel

daun renggak, yang tercermin dari puncak-puncak absorbansi pada rentang panjang gelombang tertentu. Adapun rincian lebih lanjut mengenai data spektra FTIR tersebut disajikan dalam Tabel 4 di bawah ini, yang mencakup nilai panjang gelombang dan interpretasi dari setiap puncak absorbansi yang terdeteksi.

Tabel 4. Hasil Instrumen FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak dengan Pelarut Etanol

No.	Wavenumber (cm ⁻¹)	Serapan Ikatan
1	3400.26	Gugus Hidroksil (-OH)
2	2926.38	Gugus Alkil (C-H)
3	2853.45	Gugus Alkil (C-H)
4	2345.54	Gugus Karbon Dioksida (CO ₂)
5	1709.9	Gugus Karbonil (C=O)
6	1455.01	Gugus Hidroksil (-OH)
7	1253.02 dan 1077.7	Gugus Alkil (C-H)

Adanya gugus O-H (hidroksil) ditunjukkan oleh spektrum FTIR sampel ekstrak kasar daun renggak pada daerah serapan yang memiliki panjang gelombang 3400,13 cm⁻¹, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Ikatan O-H dicirikan oleh pita serapan yang lebar. Ikatan ini dapat berasal dari molekul hidroksil seperti fenol atau alkohol. Intensitas yang kuat menunjukkan keberadaan O-H yang signifikan.

Pada daerah serapan dengan panjang gelombang 2927.51 cm⁻¹ dan 2853.87 cm⁻¹ Menunjukkan adanya gugus C-H alifatik, 2927.51 cm⁻¹ vibrasi ulur C-H asimetris, 2853.87 cm⁻¹ vibrasi ulur C-H simetris, Karakteristik untuk gugus metil (CH₃) dan metilen (CH₂)

Pada daerah serapan dengan panjang gelombang 2355.01 cm⁻¹ Kemungkinan merupakan CO₂ dari udara. Biasanya tidak dipertimbangkan dalam analisis struktur senyawa. Pada daerah puncak 1709.36 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C=O (karbonil). Karakteristik untuk senyawa yang mengandung aldehid atau keton, bisa juga menunjukkan keberadaan asam karboksilat.

Pada daerah serapan dengan panjang gelombang 1458.08 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi tekuk (bending) dari CH₂ dan CH₃. Memperkuat keberadaan rantai alkil dalam struktur. Intisitas Strong. Pada daerah serapan dengan panjang gelombang 1078.8 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C-O yang merupakan karakteristik untuk alkohol, eter, atau ester yang berada pada range normal untuk stretching C-O (1000-1300 cm⁻¹)

Dapat disimpulkan bahwa ekstrak kasar daun renggak dengan pelarut etanol ini mengandung beberapa gugus fungsi utama yakni Gugus hidroksil (O-H), rantai hidrokarbon alifatik (C-H), gugus karbonil (C=O), Ikatan C-O, gugus metil dan metilen (CH₂ dan CH₃). Pola spektrum ini menunjukkan bahwa sampel kemungkinan mengandung senyawa-senyawa organik yang umum ditemukan dalam ekstrak tumbuhan, seperti Alkohol, Fenol, Asam karboksilat dan senyawa karbonil lainnya.

Pengembangan Majalah Kimia

Majalah dikembangkan menggunakan model 4D (*Four D*), model ini mencakup 4 tahapan yaitu “*define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan) dan *disseminate* (penyebaran)” (Sugiyono, 2017).

Tahap *define* adalah tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini. Untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan sebanyak mungkin materi untuk majalah kimia yang sedang dibangun, tahap ini mencakup analisis persyaratan awal yang dilakukan bersamaan dengan tinjauan pustaka. Dalam tahap ini telah dilakukan analisis spektra IR dari ekstrak kasar daun renggak dengan spektroskopi FTIR dan keterkaitannya dengan CPMK kelompok kimia organik.

Perancangan (*design*) yang merupakan langkah selanjutnya setelah *define* yang dimana pada tahap ini dilakukan penyusunan awal majalah berdasarkan desain yang telah dibuat. Pembuatan majalah awal dilakukan dengan bantuan aplikasi *canva*, selain itu pada tahap ini juga dilakukan pemilihan penyusunan isi dari majalah kimia, baik berupa dokumentasi, pemilihan konsep – konsep kimia yang berkaitan dengan Instrumen FTIR dan ekstrak daun renggak, pemilihan background majalah, serta pemilihan jenis, bentuk dan warna tulisan pada majalah kimia. Draft produk yang dihasilkan disebut prototipe 1 yang mencakup aspek penulisan dan perancangannya. Berikut desain-desain bagian majalah.

Tabel 4. Bagian-bagian majalah

Bagian	Isi	Halaman
Pembuka	Sampul (kop, nomer seri, judul majalah, gambar yang berkaitan dengan interpretasi spektra FTIR pada ekstrak kasar daun renggak).	1

	Halaman redaksi (salam redaksi, tim redaksi, dan daftar isi majalah).	2
Isi	Pengenalan tentang Instrumen dalam Analisis Kimia serta penjelasan umum mengenai jenis jenis Instrumen dalam Analisis Kimia. (Manfaat dan kegunaan Instrumen, dan Macam-macam Instrumen)	3-16
	Pemaparan mengenai Ekstrak Daun Renggak.	17
	Bagam Hasil Instrumen FTIR Ekstrak Daun Renggak.	18
	Interpretasi Instrumen FTIR dalam Analisis Organi.	20
Penutup	Games pembelajaran online menarik (disediakan barcode yang dapat si scane mahasiswa untuk akses games online menarik).	24



Gambar 4. Bagian-bagian Majalah

Pengembangan (*develop*) adalah proses di mana suatu rancangan produk diubah menjadi produk akhir dan divalidasi serta diuji secara berkala untuk memastikan bahwa produk akhir tersebut memenuhi standar yang ditetapkan. Sugiyono (2017). Tahap uji validitas ahli digunakan untuk mengevaluasi validitas majalah kimia yang dibuat dengan alat penilaian validitas yang mencakup elemen visual, bahasa majalah,

kelayakan konten, dan kelayakan penyajian, yang semuanya diverifikasi oleh tiga validator.

Selama proses uji validitas berlangsung terdapat beberapa saran dan catatan dari validator yang harus diperhatikan. Saran/komentar terhadap media dan instrumen diberikan oleh validator 1, 2 dan 3. Saran dan masukan tersebut dijadikan sebagai landasan untuk melakukan revisi produk yang kemudian disebut sebagai *prototype 2*.

Setelah data diperoleh dari validator, dilakukan analisis data. Indeks V Aiken merupakan alat analisis data yang digunakan untuk menilai keaslian majalah kimia tersebut. Temuan analisis menunjukkan bahwa ketiga validator memberikan evaluasi yang sangat valid terhadap majalah kimia yang dibuat, dengan nilai V rata-rata sebesar 0,89, 0,9, 0,87, dan 0,85 untuk elemen grafis majalah, kelayakan konten, kelayakan penyajian, dan bahasa, masing-masing seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil validasi ahli

Instrumen	Aspek Penilaian	Nilai V	Kategori
Majalah kimia dengan konten Interpretasi spektra FTIR dari ekstrak kasar daun renggak.	Kegrafikan	0,89	Sangat Valid
	Kelayakan isi	0,9	
	Kelayakan penyajian	0,87	
	Kebahasaan	0,85	
Rata-rata		0,87	Sangat Valid

Majalah tersebut menjadi sasaran studi PA (Persentase Agreement) selain analisis validitas untuk memastikan konsistensi evaluasi di antara validator. Berdasarkan hasil analisis PA atau reliabilitas antar validator pada Tabel 6 diperoleh persentase rata-rata hasil reliabilitas antar validator terhadap majalah kimia untuk komponen kegrafikan kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kebahasaan majalah adalah 91,77% dengan persentase nilai masing-masing komponen berturut-turut adalah 100%, 95,4%, 90,8% dan 80,9% yang termasuk dalam kategori reliabel

Tabel 6. Hasil reliabilitas majalah

Instrumen	Aspek Penilaian	Nilai V	Kategori
-----------	-----------------	---------	----------

Majalah kimia dengan konten Interpretasi spektra FTIR dari ekstrak kasar daun renggak.	Kegrafikan	0,89	Reliabel
	Kelayakan isi	95,4%	
	Kelayakan penyajian	90,8%	
	Kebahasaan	80,9%	
Rata-rata		91,77%	Reliabel

Tahap selanjutnya adalah uji kelayakan majalah yang telah dilakukan kepada 58 mahasiswa Pendidikan Kimia kelas A, B, dan C pada semester tujuh di Universitas Mataram. Untuk mengukur kelayakan majalah, tahap ini bertujuan untuk menjangir pendapat mahasiswa tentang publikasi kimia yang telah dibuat.

Sembilan belas item pernyataan menyusun kuesioner respons siswa. Sepuluh dari item ini membahas daya tarik majalah, empat membahas konten atau materinya, tiga membahas kemudahan penggunaannya, dan dua membahas manfaatnya. Pernyataan dalam survei ini memiliki empat kemungkinan jawaban: sangat setuju (SS), setuju (S), kurang setuju (KS), dan tidak setuju (TS). Tabel 7 menunjukkan bahwa, menurut temuan analisis kuesioner respons siswa, persentase rata-rata kelayakan majalah adalah 90,36% dengan kategori sangat layak.

Tabe 8. Hasil respon mahasiswa terhadap majalah kimia: Interpretasi Spektra FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak.

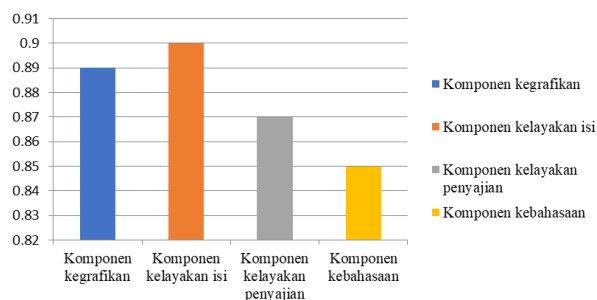
Aspek	Kelayakan
Kemenarikan majalah	80,77%
Isi/materi majalah	92,45 %
Kemudahan penggunaan majalah	95,54 %
Manfaat majalah	92,67 %
Rata-rata	90,36 %

Kelayakan Majalah

Daun Renggak yang telah dikembangkan dalam bentuk majalah kimia, telah melalui evaluasi berdasarkan empat komponen utama, yaitu komponen kegrafikan, kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kebahasaan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa majalah ini berada dalam kategori sangat valid, yang mengindikasikan bahwa setiap komponen telah memenuhi standar kualitas yang tinggi.

Komponen kegrafikan, kelayakan isi, dan penyajian, serta penggunaan bahasa yang tepat dan mudah dipahami. Gambar 5 menampilkan grafik validitas jurnal kimia, yang

memperlihatkan tingkat validitas setiap komponen.

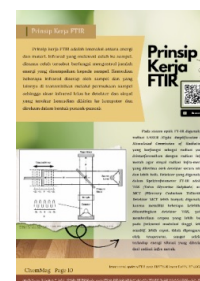


Gambar 5. Grafik validitas majalah kimia

Berdasarkan gambar 5, diperoleh nilai V rata-rata untuk komponen kegrafikan sebesar 0,89 kriteria sangat valid dengan nilai PA sebesar 100%, hal ini berarti bahwa majalah kimia dengan konten Interpretasi Spektra FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak termasuk dalam kategori sangat valid dari segi ukuran, desain isi, dan desain sampul. Adapun contoh gambar majalah mengenai ukuran, desain isi, dan desain sampul majalah berdasarkan ukuran majalah, warna, tulisan, gambar, dan format penulisan pada majalah dapat dilihat pada Gambar 6.

Desain sampul majalah (ukuran A4 sesuai dengan standar ISO)

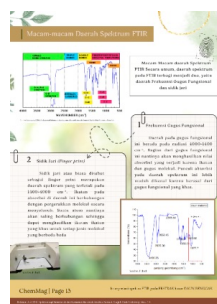
Contoh desain isi majalah



Gambar 6. Contoh layout majalah yang menunjukkan kevalidan komponen kegrafikan

Komponen kelayakan isi majalah mendapatkan rata-rata nilai V sebesar 0,9 kriteria sangat valid dengan nilai PA 95,4%. Majalah kimia dengan konten Interpretasi Spektra FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak memiliki indikator cakupan materi, akurasi materi, dan merangsang keingintahuan mahasiswa yang sangat valid. Adapun contoh layout majalah mengenai kelayakan isi yang mencakup cakupan materi (kesesuaian objek dengan materi yang di bahas), serta kapasitas majalah untuk menarik minat pembaca dan memotivasi mereka untuk mencari informasi lebih lanjut. Contoh layout majalah dapat dilihat pada Gambar 7.

Contoh pembahasan materi pada majalah sesuai dengan gambar



Keberanian konsep pada majalah dibuktikan dengan adanya sumber rujukan pada bagian bawah majalah

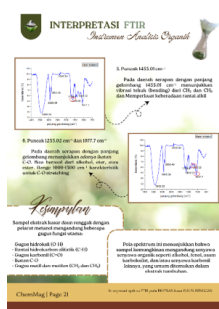


Gambar 7. Contoh *layout* majalah yang menunjukkan kevalidan komponen kelayakan isi

Komponen kelayakan penyajian majalah mendapatkan rata-rata nilai V yaitu sebesar 0,87 kategori sangat valid dengan nilai PA sebesar 90,8%, dengan kategori reliabel menandakan bahwa teknik penyajian dan pendukung penyajian majalah kimia yaitu dari segi kelogisan penyajian, keseimbangan substansi antar materi, konsistensi sistematika sajian dalam materi, ketepatan penggunaan symbol, lambang, dan istilah kimia, kesesuaian/ketepatan ilustrasi dengan materi, penyajian teks, tabel, dan gambar disertai dengan rujukan atau sumber acuan serta soal latihan berupa teka-teki silang pada bagian akhir majalah dikategorikan sangat valid. Contoh *layout* majalah untuk komponen kelayakan penyajian dapat dilihat pada Gambar 8

Penulisan symbol, rumus, dan istilah kimia sudah tepat, selain itu terdapat sumber/rujukan pada bagian bawah majalah.

Terdapat barcode guna mengakses games pembelajaran yang berisikan soal yang sesuai dengan isi majalah



Gambar 8. Contoh *layout* majalah yang menunjukkan kevalidan komponen kelayakan penyajian

Komponen kebahasaan mendapatkan rata-rata nilai V sebesar 0,85 kategori sangat valid dengan persentase reliabelitas 80,9% kategori reliabel, menandakan bahwa materi yang disajikan dalam majalah kimia menggunakan bahasa yang sesuai dengan perkembangan mahasiswa, dan komunikatif.

Hal ini menunjukkan bahwa bahasa majalah tersebut sejalan dengan perkembangan proses berpikir siswa dan menghindari penggunaan kata-kata atau ungkapan yang dapat ditafsirkan dengan cara berbeda sehingga siswa dapat memahami kalimat yang digunakan dalam konten majalah kimia tersebut. Adapun contoh *layout* majalah berdasarkan komponen kebahasaan dapat dilihat pada Gambar 9.



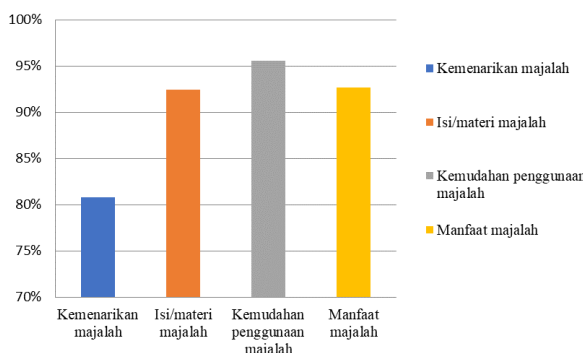
Gambar 9. Contoh *layout* majalah yang menunjukkan kevalidan komponen kelayakan penyajian

Uji kelayakan selanjutnya dilakukan dengan mengumpulkan respon dari 58 mahasiswa sebagai subjek, yang mencakup beberapa aspek penilaian, yaitu kemenarikan, isi/materi, kemudahan penggunaan, dan manfaat majalah. Penilaian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana majalah kimia tersebut dapat diterima oleh mahasiswa dan seberapa efektif majalah dalam mendukung pembelajaran.

Aspek kemenarikan menilai daya tarik visual majalah, sementara aspek isi/materi mengevaluasi relevansi dan kedalaman informasi yang disajikan. Kemudahan penggunaan mengukur sejauh mana mahasiswa dapat dengan mudah mengakses dan memahami konten, sedangkan manfaat majalah menilai seberapa besar kontribusi majalah terhadap pemahaman materi, khususnya mengenai analisis spektra FTIR. Hasil dari uji kelayakan ini memberikan gambaran yang jelas mengenai kualitas dan efektivitas majalah kimia yang telah dikembangkan.

Data respon mahasiswa diperoleh melalui penyebaran angket yang hasilnya digunakan untuk mendeskripsikan respon mahasiswa terhadap majalah kimia dengan

konten Interpretasi Spektra FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak. Grafik respon mahasiswa terhadap kelayakan majalah kimia dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Respon mahasiswa terhadap majalah kimia

Komponen daya tarik majalah kimia memperoleh persentase rata-rata 80,77%, yang termasuk dalam kelompok cukup baik. Ini menunjukkan bahwa warna, tulisan, huruf, dan foto majalah tersebut semuanya menarik secara visual. Desain layout pada majalah baik dari segi warna, tulisan, dan gambar majalah tidak monoton atau bervariasi sehingga majalah ini menarik untuk dijadikan sebagai bahan bacaan.

Dengan persentase rata-rata 92,45%, komponen konten/materi majalah masuk dalam kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa konten dalam majalah kimia ini sangat sesuai dengan tingkat pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam memahami dan menguasai konsep kimia yang terkait dengan analisis spektra FTIR yang terdapat dalam majalah kimia. Gambar 11 memberikan ilustrasi tata letak yang menampilkan komponen konten dan materi majalah.

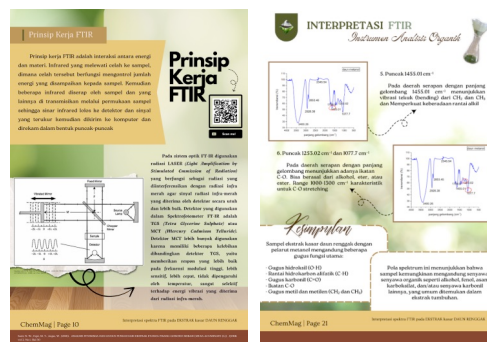


Gambar 11. Contoh *layout* majalah untuk komponen isi

Komponen kemudahan penggunaan majalah mendapatkan rata-rata paling tinggi dibandingkan komponen lainnya yaitu persentase

sebesar 95,54% termasuk dalam kriteria sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa majalah kimia ini dirancang dengan sangat baik untuk memfasilitasi pemahaman pembaca, terutama mahasiswa. Penggunaan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami, serta struktur kalimat yang jelas dan terorganisir dengan baik, membuat pembaca dapat dengan mudah mengakses informasi yang disajikan. Penyajian materi yang sistematis dan informatif memungkinkan mahasiswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai teknik spektroskopi FTIR dan aplikasinya dalam analisis kimia. Sebagai kelebihan tambahan, majalah ini dilengkapi dengan barcode yang dapat dipindai oleh pembaca untuk mengakses video pembelajaran terkait Instrumen FTIR. Fitur ini memungkinkan mahasiswa untuk memperoleh penjelasan visual yang lebih komprehensif, sehingga proses belajar menjadi lebih interaktif dan efektif.

Komponen manfaat majalah mendapatkan rata-rata persentase sebesar 92,67% yang berdasarkan rentang kriteria kelayakan termasuk dalam kriteria sangat layak. Hal ini berarti bahwa majalah kimia sangat bermanfaat karena dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa dalam pembelajaran kimia dan dapat mendorong mahasiswa untuk mencari informasi lebih lanjut mengenai instrument FTIR.



Gambar 12. Contoh *layout* majalah yang menunjukkan kelayakan komponen kemudahan dan manfaat majalah

Salah satu contoh *layout* majalah yang menunjukkan komponen kemudahan penggunaan dan manfaat majalah yaitu terdapat pada halaman 21 karena terdapat penjelasan mengenai interpretasi spektra FTIR serta dapat mendorong mahasiswa untuk mencari informasi lebih lanjut lagi apabila terdapat istilah atau kalimat baru bagi mahasiswa. Selain itu, pada halaman ini juga terdapat gambar spektra FTIR yang dapat menambah pemahaman mahasiswa.

Gambar layout majalah dapat dilihat pada Gambar 12.

Berdasarkan grafik pada Gambar 10, respon mahasiswa terhadap majalah kimia dengan konten Interpretasi Spektra FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak yang dikembangkan berdasarkan rentang kriteria kelayakan diperoleh persentase kemenarikan majalah, isi/materi majalah, kemudahan penggunaan majalah, dan manfaat majalah secara berturut-turut yaitu 80,77%, 92,45%, 95,54%, dan 92,67%. Dengan demikian, majalah kimia yang dibuat dengan menggunakan keempat komponen tersebut lulus uji kelayakan dengan nilai rata-rata 90,36% atau termasuk dalam kelompok sangat layak. Hal ini berarti bahwa tingkat kelayakan majalah kimia yang dikembangkan berdasarkan hasil respon mahasiswa menunjukkan bahwa majalah kimia dengan konten Interpretasi Spektra FTIR dari Ekstrak Kasar Daun Renggak sangat layak untuk digunakan. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dilakukan Rahmawati, dkk. (2023), dimana majalah kimia praktis digunakan sebagai bahan bacaan siswa.

SIMPULAN

Berdasarkan tujuan, hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) Hasil analisis ekstrak kasar daun renggak dengan pelarut metanol dengan spektroskopi FTIR memperlihatkan adanya serapan dari:

- Gugus hidroksil (O-H)
- Rantai hidrokarbon alifatik (C-H)
- Gugus karbonil (C=O)
- Ikatan C-O - Gugus metil dan metilen (CH₂ dan CH₃)

(2) Hasil analisis ekstrak kasar daun renggak dengan pelarut etanol dengan spektroskopi FTIR memperlihatkan adanya serapan dari:

- Gugus hidroksil (O-H)
- Rantai hidrokarbon alifatik (C-H)
- Gugus karbonil (C=O)
- Ikatan C-O
- Gugus metil dan metilen (CH₂ dan CH₃)

(3) Pengembangan majalah kimia ini menggunakan model 4D, yang terdiri dari empat tahapan utama: "Define, Design, Develop, dan Disseminate". Model ini memastikan setiap langkah pengembangan dilakukan secara sistematis, dimulai dari penentuan tujuan dan kebutuhan, perancangan konten dan desain, pengembangan, hingga tahap penyebaran produk. Uji kelayakan berdasarkan hasil uji validitas ahli

diperoleh nilai rata-rata V sebesar 0,87 yang menunjukkan majalah sangat valid dengan Selain itu, persentase rata-rata reliabilitas antar validator terhadap majalah mencapai 91,77%, yang masuk dalam kategori reliabel. Hasil respon mahasiswa menunjukkan persentase rata-rata sebesar 90,36% sehingga majalah kimia memperoleh kategori sangat layak. Hal ini mengindikasikan bahwa majalah kimia dengan konten interpretasi spektra FTIR ekstrak kasar daun renggak ini layak dijadikan suplemen bacaan, karena berhasil memenuhi kebutuhan pembaca dalam memperoleh informasi yang relevan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, B. A., & Hidayanti, B. R. (2021). Phytochemical Screening of Ethanolic Extract of Renggak (*Amomum dealbatum*) Leaves and its Potensial Antioxidant. *Kimia & Pendidikan Kimia*, vol.3, no.10, hal: 143–153.
- Amaliyah, M., & Nasrudin, H. (2019). Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Melalui Strategi Predict Observe Explain (POE) Pada Materi Keseimbangan Kimia Kelas XI SMAN 11 Surabaya. *Unesa Journal of Chemical Education*, vol.8, vol.3, hal: 2252–9454
- Atun, S. (2014). Metode Isolasi dan Identifikasi Struktur Senyawa Organik Bahan Alam. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, Vol.8, No.2, Hal: 53-61.
- Azwar, S. (2012). *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Budimarwanti, C. (2009). Penyediaan Senyawa Berkhasiat Obat Secara Sintesis Dengan Analisis Retrosintesis. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA* (pp. 158-165).
- Fauzi'ah, L., & Diniaty, A. (2017). Studi pendahuluan: Penerapan praktikum Kimia Organik berorientasi aplikasi (application oriented). *Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang*, 5(01), 41-46.
- Heliawati Leny. (2018). Kimia Organik Bahan Alam. Pakuan. Pascasarjana: UNPAK.
- Herianto, Rudi dkk. (2016). Karakteristik Karbon Aktif asal tumbuhan dan tulang hewan menggunakan FTIR dan analisis kemometrika. *Jurnal Kimia Valensi*. 1(2): 1

- Mustariani, B. A. A., & Hidayanti, B. R. (2021). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Renggak (*Amomum Dealbatum*) dan Potensinya sebagai Antioksidan. *Jurnal kimia & Pendidikan Kimia*. Vol.3, No.2, hal: 143- 153.
- Naufal, M., Maharani, R., & Wiani, I. (2017). Sintesis Senyawa 5-(4'-klorobenzilidena)imidazolina-2, 4-dion. *Chimica et Natura Acta*, 5(1), 36-42.
- Nurfitriyana., Fithri, N.A., Fitria., Yanuarti, R. (2022). Analisis Interaksi Kimia Fourier Transform Infrared (FTIR) Tablet Gastrorentif Ektrak Daun Petai (*Parkia Speciosa Hassk*) dengan Polimer HPMC-K4M dan Kitosan. *ISTA Online Teknologi Journa*.vol.03, no.02, hal: 28.
- Puspitasari, L., Mareta, S., & Thalib, A. (2021). Karakterisasi Senyawa Kimia Daun Mint (*Mentha sp.*) dengan Metode FTIR dan Kemometrik. *Sainstech Farma Jurnal Ilmu Kefarmasian*. vol.14, No. (1), hal: 5-11.
- Rahmawati, H., & Irawati, R. K. (2023). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Kimia Organik Yang Berorientasi Higher Order Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan*. Vol.21, no.1, hal: 72.
- Rahmawati, R., Nisa, L. K., Savalas, L. R. T., Sofia, F. D., Al Idrus, S. W., & Ariani, S. (2023). Chemistry Concepts in The Process of Making Coconut Oil: A Chemistry Magazine for Senior High School. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6634-6642.
- Retnawati, Heri. (2016). Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian. Yogyakarta: Parama Publishing.
- Riduwan. (2013). *Cara Mudah Menggunakan dan Memakai Path Analysis (Analisis Jalur)*. Bandung: Alfabeta.
- Ristanti, S. D., & Sumarti, S. S. (2024). Analisis Pemahaman Konsep dan Kesulitan Siswa Kelas XI pada Materi Hidrolisis Garam Menggunakan Tes TTMC dan TwTMC dengan Model Problem-Based Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 23-31.
- Rustamana Agus., Khansa Hasna Sahl., Delia Ardianti., Ahmad Hisyam Syauqi Solihin. (2024). Penelitian dan Pengembangan (Research & Development) dalam Pendidikan. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan bahasa dan Sastra*. Vol.2, no.3, hal:60-69.
- Wulandari, D. (2013). *Analisis kesiapan laboratorium kimia dalam mendukung implementasi kurikulum 2013 di SMA Negeri Se-Kota Bogor* (Bachelor's thesis, Jakarta: Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Syarif Hidayatullah).
- Yuni, R. (2019). Pengembangan Majalah Kimia Pada Materi Asam Basa Sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa Di Sma Negeri 2 Peusangan, Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh: UIN-Ar Raniry Repository.
- Yusuf, Y. (2021). *Karbonat hidroksiapatit dari bahan alam: pengertian, karakterisasi, dan aplikasi*. UGM PRESS.