

**PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM BOKIMIA: ANALISIS KANDUNGAN  
JAHE DENGAN GC-MS TERINTEGRASI PENDIDIKAN ISLAMI  
MENGUNAKAN MODEL INKUIRI TERBIMBING**

**Ardian Trio Wicaksono<sup>1\*</sup>, Hafiz Mubarak<sup>2</sup>, Alvian Ikhsanul Fatya<sup>1</sup>, Ardiansyah<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Tadris Kimia, UIN Antasari Banjarmasin, Banjarmasin, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, UIN Antasari Banjarmasin,  
Banjarmasin, Indonesia

\*Email: ardian.tw@uin-antasari.ac.id

**Article History:**

*Received: February 3, 2024*

*Accepted: April 29, 2024*

*Revised: April 26, 2024*

*Published: June 8, 2024*

**ABSTRACT**

*This research aims to develop biochemistry practical instructions that are integrated with Islamic education based on local wisdom in South Kalimantan which utilizes Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) technology using a guided inquiry model. The method for developing practical instructions uses the ADDIE model including the needs analysis, design, development, implementation and evaluation stages. Data was obtained through interviews with Banjar residents, literature studies to integrate Islam and science, validity tests of material experts and media experts, as well as surveys of student responses to practical instructions that have been implemented in the learning environment. The research results showed that the development of guided inquiry-based practical instructions that utilized GC-MS technology was categorized as the learning source (78.75), and very valid as the instructional Media (81.25). Then, based on student responses, this practical guide received an excellent category (95) to be applied to the biochemistry practical course.*

**Keywords:** *integration of Islam and science, local wisdom, biochemistry practical instructions, Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)*

**PENDAHULUAN**

Saat ini dunia pendidikan mengalami percepatan perkembangan teknologi dan transformasi dalam berbagai sektor. Lulusan Pendidikan guru harus bisa mengikuti perkembangan zaman agar bisa bersaing dengan perkembangan teknologi untuk menghasilkan peserta didik yang adaptif (Dewi dkk., 2019).

Pendidikan memiliki peran strategis dalam membentuk karakter calon guru, bukan hanya dari segi keilmuan tetapi juga dari aspek moral dan spiritual. Dalam menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan yang pesat, terdapat kebutuhan untuk mengintegrasikan nilai-

nilai keislaman dalam pembelajaran, sehingga siswa tidak hanya menjadi individu yang cerdas secara akademis, tetapi juga memiliki landasan moral dan spiritual yang kokoh (Tahir, 2021).

Pembelajaran praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan model inkuiri terbimbing. Model ini menuntun mahasiswa dalam memperoleh informasi ilmiah melalui observasi dan eksperimen untuk mencari jawaban atas pertanyaan yang telah dirumuskan sebelumnya menggunakan kemampuan berpikir secara kritis, analitis dan logis (Sadia, 2014), salah satunya menganalisis kandungan jahe. Pengembangan modul ini perlu dilakukan karena belum banyaknya modul praktikum biokimia yang dikembangkan berdasarkan kearifan lokal Kalimantan Selatan menggunakan model Inkuiri Terbimbing, maka perlu dilakukan pengembangan modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan menggunakan model Inkuiri Terbimbing agar dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kimia oleh masyarakat luas.

Penelitian ini memfokuskan pada pengembangan modul praktikum biokimia yang melibatkan analisis kandungan jahe (*Zingiber officinale*) dengan menggunakan metode Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Di Asia, jahe digunakan sebagai bumbu masakan dan obat tradisional (Shahrajabian dkk., 2019) sehingga berkaitan dengan nilai-nilai kearifan lokal. Selain itu, jahe juga sebagai salah satu tumbuhan yang disebutkan dalam alquran pada surat Al Insan ayat 17 “Di dalam surga itu mereka diberi minum segelas (minuman) yang campurannya adalah jahe” sehingga dapat dikaitkan dengan perspektif Islam. Integrasi analisis jahe dalam konteks pembelajaran biokimia dengan pendidikan Islami menciptakan kesempatan untuk mendekatkan siswa pada aplikasi nilai-nilai agama dalam kehidupan sehari-hari.

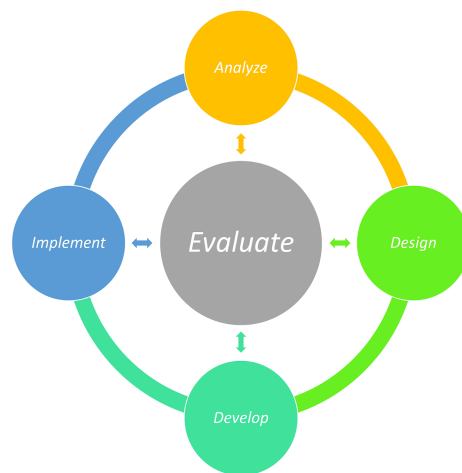
Ajaran Islam mendorong pencarian ilmu pengetahuan dan pemanfaatannya untuk kemaslahatan umat manusia (Nakissa, 2020). Dengan menggabungkan nilai-nilai keislaman dalam praktikum biokimia, siswa dapat mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep biokimia dan sekaligus merenungkan implikasi etika dan moral dalam pemanfaatan pengetahuan tersebut (Khozin & Umiarso, 2019). Model inkuiri terbimbing sebagai pendekatan pembelajaran memberikan kesempatan bagi siswa untuk aktif terlibat dalam proses pembelajaran, menjadikan pembelajaran lebih berarti dan berkesan (Jegstad, 2023).

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat terciptanya modul praktikum biokimia yang tidak hanya meningkatkan kompetensi ilmiah siswa tetapi juga menciptakan kesadaran terhadap nilai-nilai keislaman yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Integrasi keislaman dalam praktikum analisis kandungan jahe dengan GC-MS akan memberikan dampak

positif dalam membentuk karakter siswa yang holistik, sesuai dengan prinsip-prinsip ajaran Islam, dan relevan dengan tuntutan zaman.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini jenis penelitian yang digunakan adalah jenis *Research and Development* (R & D). Produk yang dikembangkan adalah modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan menggunakan model inkuiri terbimbing. Pengembangan modul praktikum pada penelitian ini menggunakan desain pengembangan ADDIE (Branch, 2009).



**Gambar 1.** Desain Pengembangan Modul praktikum

Pada tahap *Analyze* (Analisis) melibatkan penelitian mendalam terkait Analisis Sumber Daya Lokal, Analisis Integrasi Islam dan Sains, Analisis Teknologi, dan Analisis Mahasiswa. Analisis sumber daya lokal dilakukan dengan survei ke masyarakat di Provinsi Kalimantan Selatan. Analisis Integrasi Islam dan Sains dilakukan setelah mendapatkan sumber daya lokal yang tersedia dan mengintegrasikannya dengan ayat-ayat Al-Qur'an. Selanjutnya Analisis Tahap ini melibatkan penelitian mendalam terkait dengan kebutuhan mahasiswa, lingkungan belajar, serta kemampuan teknologi yang tersedia dalam lingkungan pendidikan. Selanjutnya pada tahap *Design* (Perancangan) yang dilakukan adalah merancang struktur modul praktikum, menentukan model pembelajaran, dan menyusun instrumen penilaian. Langkah selanjutnya yaitu *Develop* (Pengembangan). Pada tahap ini, dikembangkan prosedur praktikum dan melakukan validasi dan revisi perangkat pembelajaran. Modul praktikum dikembangkan berdasarkan rancangan yang telah disusun sebelumnya. Pengembangan modul ini mencakup pembuatan prosedur persiapan sampel, penggunaan GC-MS dan perancangan aktivitas praktikum dengan teknologi GC-MS. Melalui eksperimen, data berupa kandungan senyawa

aktif yang terdapat di bahan dapat diketahui. Kemudian melalui angket validasi, validitas modul praktikum dapat diketahui sebelum dilakukan uji ke mahasiswa. Setelah modul praktikum selesai dikembangkan, tahap selanjutnya yakni *Implement* (Implementasi). tahap implementasi melibatkan pengenalan dan penerapan modul dalam lingkungan pendidikan. Mahasiswa terlibat dalam proses pengenalan modul, pelatihan penggunaan peralatan GC-MS, serta pelaksanaan kegiatan praktikum sesuai dengan rencana pembelajaran yang telah disusun. Tahap ini dilakukan penilaian respon mahasiswa, serta umpan balik dari mahasiswa terkait dengan penggunaan modul praktikum. Tahap terakhir yakni *Evaluate* (Evaluasi). Tahap evaluasi dilakukan untuk mengevaluasi keefektifan modul praktikum dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Evaluasi dilakukan pada setiap siklus penelitian pengembangan model ADDIE.

Hasil validasi pada tahap develop dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Kategori hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 1 (Wicaksono dkk., 2020).

**Tabel 1.** Kategori Hasil Validasi Modul praktikum

Skor	Kategori
81-100	Sangat Valid
61-80	Valid
41-60	Kurang Valid
21-40	Tidak Valid
0-21	Sangat Tidak Valid

Data hasil respon mahasiswa pada tahap implementasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan kategori dapat dilihat pada Tabel 2 (Kartini & Putra, 2020).

**Tabel 2.** Kategori Hasil Respon Mahasiswa

Skor	Kategori
81-100	Sangat Baik
61-80	Baik
41-60	Cukup
21-40	Kurang
0-21	Sangat Kurang

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Analyze*

Analisis sumber daya lokal dilakukan dengan survei ke masyarakat di Provinsi Kalimantan Selatan. Pada penelitian ini responden sebanyak yang tersebar di seluruh Provinsi Kalimantan Selatan. Data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan Ibu Barlian dari Hulu Lantanida Journal, 12(1): 1-15

Sungai Tengah Kalimantan Selatan selaku narasumber menyatakan bahwa jahe dipercaya dapat mengobati sakit perut, mual mual, sakit kepala dan nyeri sendi. Hasil wawancara secara ringkas dengan narasumber terkait bahan bahan lokal yang dipercaya khasiatnya, ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Wawancara Penelitian

Narasumber	Nama Tumbuhan	Dipercaya Khasiatnya
Ibu Barlian, berasal dari daerah Hulu Sungai Tengah Kalimantan Selatan	Jahe	Mengobati sakit perut, mual mual, sakit kepala dan nyeri sendi

Analisis Integrasi Islam dan Sains dilakukan setelah mendapatkan sumber daya lokal yang tersedia dan mengintegrasikannya dengan ayat-ayat Al-Qur'an. Analisis Integrasi Islam dan Sains dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Integrasi Islam dan Sains

Tumbuhan	Ayat Al-Qur'an	Integrasi Ayat Al-Qur'an
Jahe	Dan diedarkan kepada mereka bejana bejana dari perak dan piala piala yang bening laksana kaca (yaitu) kaca kaca (yang terbuat) dari perak yang telah diukur mereka dengan sebaik baiknya. Di dalam surga itu mereka diberi minum segelas (minuman) yang campurannya adalah jahe (yang didatangkan dari) sebuah mata air surga yang dinamakan salsabil (Q.S. Al Insan Ayat 15-18).”	Dengan penuh kesenangan, mereka duduk di atas dipan dipan seraya bersandar padanya di bawah naungan yang teduh dan buah buahan yang dekat untuk dipetik serta udara yang sangat nyaman dan menyejukkan. Diedarkan kepada mereka berbagai macam minuman dari wadah wadah dan gelas gelas yang terbuat dari perak, akan tetapi wadah wadah dan gelas gelas itu transparan seperti kaca tidak sebagaimana wadah dan gelas perak yang ada di bumi. Wadah wadah dan gelas gelas itu mempunyai ukurannya tersendiri untuk merealisasikan kesenangan dan penampilan yang indah. Selain dari itu minuman tersebut dicampur dengan jahe sebagaimana dicampur pula dengan kafur. Minuman tersebut diambil dari sebuah mata air surga yang disebut Salsabil. Mata air ini disebut demikian karena airnya yang tawar segar dan enak diminum.  Sebagai tambahan kesenangan lainnya, bahwa minuman dan wadah tersebut diedarkan kepada mereka oleh pelayan pelayan surga yang wajahnya tampan tampan dan selalu muda tidak pernah mengalami ketuaan karena faktor usia, karena mereka diciptakan dengan penampilan yang senantiasa muda, cerah dan bercahaya. Keadaan para pelayan surga disana bagaikan Mutiara yang bertabur (Sayyid Qutb, 2009).

Berdasarkan tafsir tersebut, peneliti berpendapat bahwa betapa istimewanya tanaman jahe sehingga dijadikan sebagai salah satu campuran minuman yang disuguhkan di surga. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengetahui kandungan dan manfaat jahe secara ilmiah melalui penggunaan teknologi canggih berupa GCMS.

Tahap selanjutnya yaitu analisis teknologi. Untuk mengetahui kandungan yang berkhasiat pada setiap tumbuhan yang telah didata, diperlukan teknologi canggih, yaitu alat GCMS. Alat ini sudah tersedia di Laboratorium Kimia Program Studi Tadris Kimia UIN Antasari Banjarmasin. Selanjutnya peneliti memerlukan optimasi alat untuk menentukan kandungan-kandungan yang berkhasiat pada setiap tumbuhan di atas.

Tahap terakhir yakni analisis mahasiswa. Melalui survei yang dilakukan terhadap 20 orang mahasiswa, dapat disimpulkan bahwa seluruh responden belum memiliki keahlian dalam pengoperasian alat GC-MS, dan belum terbiasa menggunakan model inkuiri terbimbing dalam praktikum-praktikum yang pernah mereka lakukan.

### ***Design***

Pengembangan modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan menggunakan model inkuiri terbimbing terdiri atas beberapa sub bab yakni: (1) ayo memahami yang berisi tujuan percobaan, (2) ayo berintegrasi yang berisi hubungan antara kearifan lokal yang digunakan dengan al quran beserta tafsir terkait kearifan lokal yang digunakan agar memahami pelajaran yang berkaitan dengan kearifan lokal yang digunakan berdasarkan sudut pandang para mufasir, (3) ayo membaca yang berisi materi awal sebagai bahan bacaan atau dasar teori praktikum, (4) ayo memverifikasi yang berisi alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum, (5) ayo bekerja yang berisi tahap tahap atau prosedur praktikum, (6) ayo diskusi yang berisi pertanyaan dasar seputar praktikum yang dilakukan, (7) ayo mengamati yang berisi hasil pengamatan untuk setiap tahap tahap atau prosedur praktikum, (8) ayo berlatih berisi pertanyaan lanjutan seputar praktikum yang dilakukan, (9) ayo menyimpulkan berisi hasil simpulan dari praktikum yang telah dilakukan, dan (10) daftar referensi berisi referensi referensi yang digunakan untuk masing masing judul praktikum (Gao dkk., 2021).

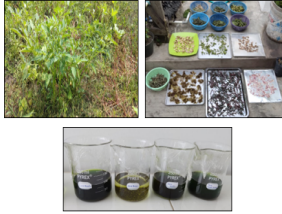
Pada modul praktikum memiliki 3 pertanyaan penilaian, yakni: (1) Hitung jumlah relatif dari setiap komponen dengan membandingkan puncak rata-rata luas dengan luas keseluruhan!; (2) Identifikasi kandungan zat metabolit sekunder dengan membandingkan spektrum massa dari puncak yang tidak diketahui dengan data spektrum yang acuan tersimpan di library GC-MS Thermo Scientific; (3) Gambarkan struktur zat metabolit sekunder yang dipercaya

khasiatnya dapat meningkatkan nafsu makan dan mengobati luka goresan di kulit (Gao et al., 2021).

## Develop

Melalui tahap ini, dikembangkan modul praktikum biokimia: analisis kandungan jahe dengan GC-MS terintegrasi pendidikan islami menggunakan model inkuiri terbimbing. Prosedur untuk persiapan sampel, penggunaan GC-MS dan perancangan aktivitas praktikum dengan teknologi GC-MS dikembangkan berdasarkan hasil penelitian (Barupal dkk., 2019) (Barupal dkk., 2019), modul praktikum awal sebelum divalidasi secara lengkap dapat dilihat dalam Gambar 2.

**PETUNJUK PRAKTIKUM BIOKIMIA**  
BERBASIS KEARIFAN LOKAL KALIMANTAN SELATAN  
MENGUNAKAN MODEL INKUIRI TERBIMBING



Oleh:  
Ardian Trio Wicaksono, S.Si., S.Pd., M.Pd.  
Hafid Mubarak, S.T.I., M.Pd.I.  
Arian Ikhwan Fauzi S.Pd., M.Si.

**PRAKTIKUM 1**  
ULI SENYAWA AKTIF PADA JAJH YANG DIPERCAYA MENGORATI SAKIT PERUT, MUAL, MIAL, SAKIT KEPALA DAN NYERI SENDI

**A. Ayo Memahami**  
Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa dapat memahami dengan baik tentang tujuan percobaan yakni:  
Melakukan uji kuantitatif pada jahe untuk mengetahui senyawa aktif yang dipaparkan khasiatnya dapat mengobati sakit perut, mual, sakit kepala dan nyeri sendi.

**B. Ayo Berintegrasi**  
"Diman dikebun keluarga mereka buaya buaya dari perak dan pala pala yang hanya hanya kaca (gaji) kaca kaca (yang tehori) dari perak yang telah diukur, mereka dengan sebaik baiknya. Di dalam surga mi mereka diberi minuman seperti (minuman) yang campurannya adalah jahe (yang dituangkan dari) sebuah mata air surga yang dinamakan sebagai (Q.S. Al Inqan, Ayat 15-18)."

**C. Pelajaran**  
Desain penuh kesenangan, mereka dihidup di atas dipan dipan bersesat padanya di bawah naungan yang teduh dan buah buahan yang dekat untuk dipetik serta udara yang sangat nyaman dan menyenangkan. Dikebun kepada mereka berbagai macam minuman dari wadah wadah, dan gelas gelas yang terbuat dari perak, akan tetapi wadah wadah dan gelas gelas itu merupakan seperti kaca tidak sebagaimana wadah dan gelas perak yang ada di bumi. Wadah wadah dan gelas gelas itu mempunyai ukurannya tersendiri untuk menyesuaikan kesenangan dan penyempulan yang indah. Selain dari itu minuman tersebut dicampur dengan jahe sebagaimana dicampur pala dengan kafur. Minuman tersebut diambil dari sebuah mata air surga yang disebut Salwahil. Mata air ini disebut demikian karena airnya yang tawar segar dan enak diminum.

Sehingga tumbuhan kesenangan itu, buaya minuman dan wadah tersebut dikebun kepada mereka oleh pelayan pelayan, surga yang walaupun, tampak tampak dan selalu muda tidak pernah mengalami ketuaan karena faktor usia.

bahaya mereka disebabkan dengan penampulan yang senantiasa usrah, cerah dan bercahaya. Keseluruhan para pelayan surga, semua bagaikan Ninnara yang berkilauan.

**C. Ayo Memhaca**  
Berdasarkan hasil uji fitokimia terhadap ekstrak total sampel dari rimpang jahe yang dilakukan oleh Khan et al. (2016), jahe mengandung berbagai kelompok senyawa metabolit, sebandar, diantaranya alkaloid, flavonoid, fenolik, terpenoid, dan saponin. Herawati dan Septeani (2019) telah melaporkan adanya kandungan flavonoid pada rimpang jahe merah, dimana kadar flavonoid pada rimpang jahe merah sekitar 0,0068%, dimana jenis flavonoid yang berhasil diidentifikasi berupa 7,4'-dihidroksiflavon. Kandungan alkaloid pada rimpang jahe bermutasi sebagai bahan analgesik (obat pereda nyeri), obat batuk, dan pereda mual. Selain itu, jahe juga mengandung flavonoid yang bermanfaat sebagai analgesik, antitumor, antidiabetes, antioksidan, antihipertensi, anti alergi, dan diaretik. Senyawa saponin sebagai antikoagulan (obat peredaran darah), antikarsinogenik (obat pencegah kanker), hepatoprotektif, antidiabetes, dan antiinflamasi (obat peradangan) (Gulnastara et al., 2019).

Jahe juga mengandung senyawa terpenoid yang bermanfaat sebagai antidiabetes, penurun tekanan darah, dan memperlambat pertumbuhan tumor. Jahe juga mengandung senyawa fenolik aktif seperti gingerol dan shogaol, yang bermanfaat sebagai antidiabetes, menurunkan kolesterol, menurunkan berat badan, mencegah kanker, asma, dan memperlambat sistem kekebalan tubuh (Gulnastara et al., 2019). Selain itu, jahe juga mengandung saponin yang bersifat antiinflamasi, dan antidiabetes yang sangat kuat (Syaiful, 2019). Gingerol dikenal sebagai penyumbat kanal kanal pada tubuh manusia, mengganggu jalan seluler apoptosis, mengatur penyakit osteoarthritis, menurunkan kadar gula darah, menurunkan risiko penyakit jantung, mencegah gangguan pencernaan yang kronis, memperbaiki rasa sakit saat menstruasi, mencegah penyakit kanker (terutama kanker payudara, payudara, dan ovarium), meningkatkan fungsi otak, dan mengurangi risiko serangan berbagai penyakit infeksi (Aryana, 2019).

---

Berdasarkan hasil uji perbandingan efek analgesik perasan rimpang jahe merah dengan aspirin dosis rendah pada mencit yang dilakukan Mentari et al. (2013), ekstrak air jahe merah memiliki efektivitas yang lebih cepat yaitu sekitar 30 menit, daripada menggunakan aspirin dosis yang memakan waktu sekitar 60 menit. Hal ini dapat dikatakan bahwa perasan jahe merah memiliki efektivitas terhadap analgesik atau sebagai obat pereda nyeri, karena unsur senyawa yang terkandung dalam jahe memiliki hubungan dengan efek analgesik, seperti senyawa gingerol, shogaol, zingeron, diarylbutanoid, dan derivatnya, khususnya paradol yang dapat menyebabkan berkurangnya rasa nyeri dikarenakan dapat menghambat enzim siklooksigenase sehingga menurunkan pembentukan atau biosintesis prostaglandin (Mantiriz et al., 2013).

**D. Ayo Memverifikasi**

**1. Alat**

**Tabel 1.1. Peralatan yang Digunakan**


Nama Alat	Jumlah Alat
Pisau	1 buah
Labret	1 buah
Nampan 1-cyang	1 buah
Mortar dan Pistil (Manual)	1 buah
Blender (Elektrik)	1 buah
Botol	1 buah
Gelas Kimia 250 mL	1 buah
Spatula	1 buah
Gelas Ukur 100 mL	1 buah
Pipet Tetes	1 buah
Plastik Wrap Aluminium Foil	1 lembar
Kertas Label	1 lembar
Jasa Serbet	1 buah
Erlenmeyer 100 mL dan sumbat	2 buah
Corong	1 buah
Kertas Sarung	1 lembar

**Tabel 1.2. Bahan yang Digunakan**

Nama Bahan	Jumlah Bahan
Jahe	100 g
Metanol pa	100 mL
Isobutanol pa	50 mL
Asetone	100 mL


**E. Ayo Berkerja**

- Cucilah jahe sampai bersih!
- Potong kecil kecil menggunakan pisau dan selanjutnya taruh dalam nampan 1-cyang!
- Jerus hasil potongan jahe di bawah sinar matahari selama beberapa hari (minimal 2 hari jika cuaca panas), seperti pada gambar berikut!




Gambar 1.1. Potongan jahe yang dijemur.

- Haluskan jahe yang sudah kering, secara manual elektrik sampai menjadi serbuk jahe seperti pada gambar berikut!



Gambar 1.2. Serbuk jahe.

- Timbang 2,5 g serbuk jahe dan selanjutnya masukkan dengan 100 mL metanol pa dalam gelas kimia 250 mL selama beberapa hari (7-8 hari) dalam kondisi tertutup, raput dengan plastik wrap aluminium foil, seperti pada gambar berikut!



Gambar 1.3. Gelas yang digunakan.

- Padatkan semua filtrat dan residu menggunakan kertas saring, simpan filtrat di tempat yang dingin, seperti pada gambar berikut!

**Gambar 1.4** Diagram skema ekstraksi dan analisis GC-MS

7. Ambil 50 mL Ekstrak untuk dididihkan dengan 2 liter air. Dididihkan dengan pemanasan 1:1 dalam corong leher 250 mL, seperti pada gambar berikut!

**Gambar 1.5** Diagram skema ekstraksi dan analisis GC-MS

8. Dididihkan beberapa saat (maksudnya 1 jam) sampai tercapai 2 liter air (jika diperlukan dan laporkan berapa), seperti pada gambar berikut!

**Gambar 1.6** Ekstraksi Jahe

9. Markasikan masing-masing larutan dalam 2 ekuivalen, berbeda ukuran 100 mL, seperti pada gambar berikut!

**Gambar 1.7** Diagram skema ekstraksi dan analisis GC-MS

10. Siapkan bejana ekstraksi dengan baik dan terapan corong untuk ekstraksi ekstrak dan diuji kandungan senyawa aktifnya menggunakan GCMS, seperti pada gambar berikut!

**Gambar 1.8** Diagram skema ekstraksi dan analisis GC-MS

11. Uji lah sampel dengan cara analisis GC-MS dilakukan pada GC (Thermo Scientific), Kolom kapiler TOF-MS (30 m 0,25 mm 0,25 mm) digunakan pada kondisi berikut: suhu oven diprogram dari 70°C selama 10 menit, kemudian

udara bertekanan diinjeksikan menjadi 250°C selama 3 menit, suhu injector 250°C, gas pembawa Nitrogen, flow rate 1 mL/menit, volume sampel yang dimasukkan adalah 0,4 mL, split ratio 1:40, seperti tertera di 11. Waktu berjalan 40 menit, seperti pada gambar berikut!

**Gambar 1.9** Diagram skema ekstraksi dan analisis GCMS

**F. Ayo Diskusi**

1. Mengapa jahe perlu dididihkan, apakah beberapa hari di bawah sinar matahari?
2. Mengapa ekstrak jahe perlu di evaporasi sebelum dianalisis?
3. Mengapa bejana ekstraksi perlu dididihkan dengan tutup yang rapat?

**G. Ayo Mengetahui**

**Tabel 1.3 Hasil Pengamatan**

Sampel	Hasil Pengamatan
Ekstraksi Amal Jahe	

Serbuk Jahe	
Maklumat Serbuk Jahe	
Ekstraksi Ekstrak Jahe	
Pengujian Ekstrak Jahe untuk Analisis GCMS	
Berbagai senyawa yang terdeteksi setelah analisis melalui GCMS	

**H. Ayo Berlatih**

1. Hitung jumlah relatif dari setiap komponen dengan membandingkan puncak rata-rata hasil dengan luas keseluruhan!
2. Identifikasi kandungan zat metabolik sekunder dengan membandingkan spektrum massa dari puncak yang tidak diketahui dengan data spektrum yang acuan tersimpan di *library GCMS Thermo Scientific*!
3. Gambarkan struktur zat metabolik sekunder yang dipercaya khasiatnya dapat mengobati sakit perut, mual, muntah, sakit kepala, dan nyeri sendi!

**I. Ayo Menyimpulkan**

Simpulan:

**J. Daftar Referensi**

Aryanta, I, W. R. 2019. Manfaat jahe untuk kesehatan. *Jurnal Widya Kesehatan* 1 (2): 39-43.

Herawati, I. E., Saparini, N. M. 2019. Studi fitokimia pada jahe merah (*Zingiber officinale Roscoe var. Ruber Jacq*). *Majalah Farmasetika* 4 (1): 22-27.

Kaban, A. N., Daniel, Saleh, C. 2016. Uji fitokimia, toksisitas, dan aktivitas antioksidan fraksi n-heksan dan etil asetat terhadap ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*). *Jurnal Etno Medis* 14 (1): 24-28.

Quthb, Sayyid. 2009. *Tajbir Fi-Zhailali QUR'AN, Jilid 12*. Jakarta: Robbani Press.

Sutardi. 2016. Kandungan bahan aktif tanaman pegagan dan khasiatnya untuk meningkatkan sistem imun tubuh. *Jurnal Litbang Pertanian* 35 (3): 121-130.

Shah, Muhammad Dawood, Seelan, Jaya Seelan Sathya, Iqbal, Mohammad. 2020. Phytochemical investigation and antioxidant activities of methanol extract methanol fractions and essential oil of *Dillenia suffruticosa* leaves. *Arabian Journal of Chemistry* 13: 7170-7182.

Yulimulyas, A. W., Santoso, H., Syaiful, A. 2019. Uji kandungan senyawa aktif minuman jahe serih (*Zingiber officinale* dan *Cymbopogon citratus*). *Jurnal Dimiah Biofarmasi* 4 (2): 1-6.

**Gambar 2.** Modul Praktikum Biokimia: Analisis Kandungan Jahe Dengan GC-MS Terintegrasi Pendidikan Islam Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing Sebelum Divalidasi

Tahap selanjutnya adalah menguji coba prosedur yang dibuat dengan jahe yang telah disiapkan. Hasil uji GC-MS dapat dilihat pada Gambar 3.





**Tabel 5.** Validasi Ahli Materi

Aspek yang divalidasi		Nilai
Kelengkapan Isi	Kelengkapan materi pembelajaran sesuai dengan kompetensi dasar	80
	Keakuratan konsep dan definisi berdasarkan tujuan pembelajaran	80
	Keakuratan data dan fakta	40
	Efektivitas model inkuiri terbimbing yang diberikan	100
	Keakuratan istilah-istilah yang digunakan	100
	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi	60
	Kesesuaian soal-soal evaluasi dalam modul praktikum dengan indikator pemahaman konsep	80
	Rata-rata	78,75
Penyajian	Susunan materi dalam modul praktikum sistematis	80
	Aktivitas yang melibatkan mahasiswa menarik	80
	Mendorong rasa ingin tahu mahasiswa	80
	Mendorong mahasiswa untuk bertanya	80
Bahasa	Ketepatan struktur kalimat yang digunakan	80
	Efektivitas kalimat yang digunakan	80
	Tingkat kebakuan bahasa atau istilah yang dipakai	80
	Bahasa sangat mudah dipahami	80
	Ketepatan ejaan dan bahasa	80

**Tabel 6.** Validasi Ahli Media

Aspek yang divalidasi		Nilai	
Tampilan	Susunan tata/letak tampilan awal modul praktikum biokimia menarik	80	
	Tampilan background modul praktikum biokimia menarik	80	
	Kesesuaian gambar dengan isi modul praktikum biokimia	100	
	Tampilan cover modul praktikum biokimia menarik	100	
	Perpaduan warna (font) pada tampilan modul praktikum biokimia serasi dan menarik	80	
	Kejelasan tampilan huruf pada modul praktikum biokimia	80	
	Kemenarikan tampilan layout modul praktikum biokimia	80	
	Konsistensi	Konsistensi isi modul praktikum biokimia dengan daftar isi	80
		Konsistensi penggunaan huruf tiap halaman	80
Jenis huruf (font) yang digunakan menarik		80	
Penggunaan Huruf	Penggunaan variasi huruf (font) tidak berlebihan	80	
	Penggunaan spasi antar baris sesuai	80	
	Penggunaan spasi antar huruf sesuai	80	
Kriteria Fisik	Jenjang judul utama dan sub judul, jelas dan proporsional	60	

Aspek yang divalidasi	Nilai
Mampu mengungkap makna/arti dari objek	80
Kreativitas desain	80
Rata-rata	81,25

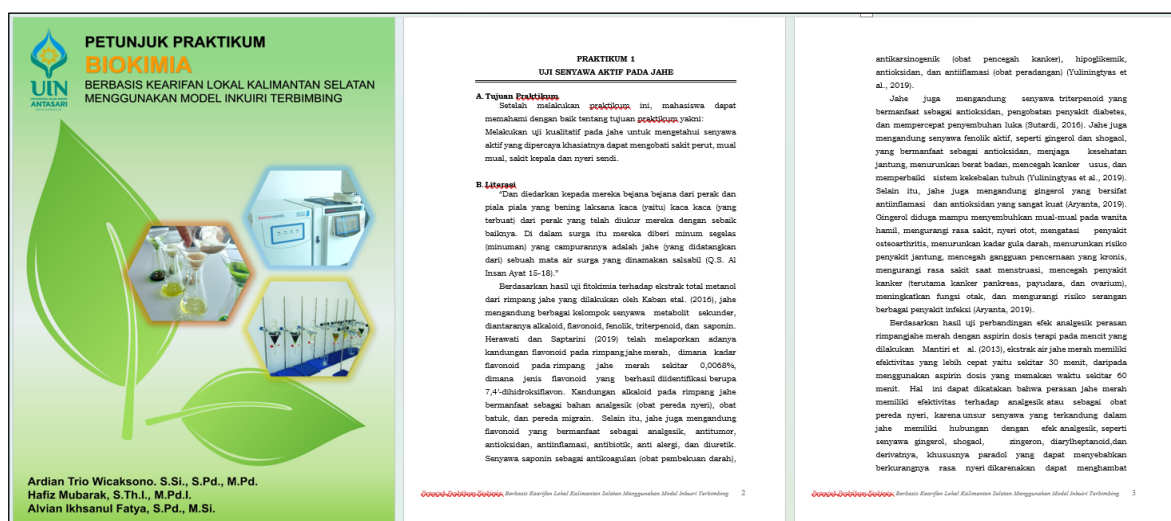
Berdasarkan hasil validasi ahli materi, modul praktikum yang dikembangkan mendapatkan nilai 78,75 yang berada pada kategori valid dengan saran beberapa perbaikan. Kemudian hasil validasi ahli media, modul praktikum yang dikembangkan mendapatkan nilai 81,25 yang berada pada kategori sangat valid dengan beberapa saran perbaikan.

Setelah dilakukan validasi, peneliti kemudian melakukan revisi sesuai saran dari validator. Revisi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Hasil Revisi Sub Bab Modul**

Sub Bab	Sebelum Validasi	Setelah Validasi
A	Ayo Memahami	Tujuan Praktikum
B	Ayo Berintegrasi	Literasi
C	Ayo Membaca	Identifikasi Masalah
D	Ayo Memverifikasi	Perumusan Masalah
E	Ayo Bekerja	Perumusan Hipotesis
F	Ayo Diskusi	Pengumpulan Data
G	Ayo Mengamati	Verifikasi Hasil
H	Ayo Berlatih	Bahan Diskusi
I	Ayo Menyimpulkan	Bahan Latihan
J	Daftar Referensi	Penarikan Kesimpulan
K	-	Daftar Referensi

Hasil Revisi setelah validasi pengembangan modul praktikum biokimia: analisis kandungan jahe dengan GC-MS terintegrasi pendidikan islami menggunakan model inkuiri terbimbing secara lengkap dapat dilihat dalam Gambar 4 berikut.



# Wicaksono dkk. : Pengembangan Modul Praktikum Biokimia .....

enzim sildoksisgenase sehingga menurunkan pembentukan atau biosintesis prostaglandin (Mantiri et al., 2013).

**C. Identifikasi Masalah**  
Berdasarkan tujuan praktikum, identifikasi masalah dalam praktikum ini dengan menuliskan pada kolom yang disediakan!

Identifikasi Masalah:

**D. Perumusan Masalah**  
Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, rumuskan masalah dalam praktikum ini dengan menuliskan pada kolom yang disediakan!

Rumusan Masalah:

**E. Perumusan Hipotesis**  
Berdasarkan rumusan masalah, rumuskan hipotesis dalam praktikum ini dengan menuliskan pada kolom yang disediakan!

Hipotesis:

**F. Pengumpulan Data**  
Pengumpulan data dapat dilakukan dengan menggunakan alat, bahan dan prosedur praktikum berikut:

**1. Alat**

Tabel 1.1 Peralatan yang Digunakan

Nama Alat	Jumlah Alat
Pisau	1 buah
Telangan	1 buah
Nampan/Loyang	1 buah
Mortar dan Pestel (Manual)	1 buah
Blender (Elektrik)	1 buah
Neraca	1 buah
Gelas Kumah 250 mL	1 buah
Spatula	1 buah
Gelas Ukur 100 mL	1 buah
Pipet Tetes	1 buah
Plastik Wrap/ Aluminium Foil	1 lembar
Kertas Label	1 lembar
Tisu/Serbuk	1 buah
Erlenmeyer 100 mL dan 250 mL	2 buah
Corong	1 buah
Kertas Saring	1 lembar
Statif 1 set	1 buah
Corong Bawah 250 mL	1 buah
Miring Pipet 1000 mikro	1 buah
Kawat/Tempat Sampel	4 buah
GCMS	1 set


**2. Bahan**

Tabel 1.2 Bahan yang Digunakan

Nama Bahan	Jumlah Bahan
Jabe	100 g
Metanol pa	100 mL
n heksana pa	50 mL


**3. Prosedur Praktikum**

- Cuci bersih jabe sampai bersih!
- Potong kecil kecil menggunakan pisau dan selanjutnya taruh dalam nampan/Loyang!
- Jemur hasil potongan jabe di bawah sinar matahari selama beberapa hari (minimal 2 hari jika cuaca panas), seperti pada gambar berikut!




Gambar 1.1. Potongan jabe yang dijemur

- Haluskan jabe yang sudah kering secara manual/elektrik sampai menjadi serbuk jabe, seperti pada gambar berikut!




Gambar 1.2. Serbuk jabe

5. Timbang 2,5 g serbuk jabe dan selanjutnya maserasi dengan 100 mL metanol pa dalam gelas kumah 250 mL selama beberapa hari (7-9 hari) dalam kondisi tertutup rapat dengan plastik wrap/ aluminium foil, seperti pada gambar berikut!




Gambar 1.3. Jabe yang dijemur

6. Pisahkan antara filtrat dan residu menggunakan kertas saring, simpan filtrat di tempat yang gelap, seperti pada gambar berikut!




Gambar 1.4. Pemisahan antara filtrat dan residu hasil maserasi

7. Ambil 50 mL filtrat untuk diekstraksi bersama n heksana dengan perbandingan 1:1 dalam corong pisah 250 mL, seperti pada gambar berikut!




Gambar 1.9. Pengujian sampel bahan menggunakan GCMS

**8. Dimakan beberapa saat (sekitar 1 jam) sampai terbentuk 2 lapisan (lapisan atas dan lapisan bawah), seperti pada gambar berikut!**




Gambar 1.5. Pengaliran filtrat dan n heksana

**9. Masukkan masing masing lapisan dalam 2 erlenmeyer berbeda ukuran 100 mL, seperti pada gambar berikut!**




Gambar 1.6. Ekstraksi Jabe

**10. Simpan hasil ekstraksi dengan baik dan tertutup rapat untuk selanjutnya diocokkan dan diuji kandungan serowaja aktifnya menggunakan GCMS, seperti pada gambar berikut!**



Gambar 1.7. Pengambilan Larutan hasil ekstraksi

**11. Ujilah sampel dengan cara analisis GC-MS dilakukan pada GC (Thermo Scientific) Kolom kapiler TG1-MS (30 m 0,25 mm 0,25 mm) digunakan pada kondisi berikut: suhu oven diprogram dari 70°C selama 10 menit, kemudian secara bertahap dinaikkan menjadi 290°C selama 3 menit; suhu injector 250°C; gas pembawa Helium, laju alir 1 mL/menit; volume sampel, yang**



Gambar 1.8. Penyempitan larutan hasil ekstraksi

**G. Verifikasi Hasil**

Tabel 1.3. Hasil Pengamatan

Tahap	Hasil Pengamatan
Persiapan Awal Jabe	
Serbuk Jabe	
Maserasi Serbuk Jabe	
Ekstraksi Filtrat Jabe	

**H. Bahan Diskusi**

- Mengapa jabe perlu dikeringkan selama beberapa hari di bawah sinar matahari?
- Mengapa serbuk jabe perlu di maserasi selama beberapa hari?
- Mengapa hasil maserasi perlu disimpan ditempat yang gelap?

**I. Bahan Latihan**

- Hitung jumlah relatif dari setiap komponen dengan membandingkan puncak rata-rata luas dengan luas keseluruhan!
- Identifikasi kandungan zat metabolit sekunder dengan membandingkan spektrum massa dari puncak yang tidak diketahui dengan data spektrum yang acuan tersimpan di library GCMS Thermo Scientific!
- Gambarkan struktur zat metabolit sekunder yang dipercaya khasiatnya dapat mengobati sakit perut, mual mual, sakit kepala dan nyeri sendi!

**J. Penarikan Kesimpulan**  
Berdasarkan praktikum yang telah dilakukan, tuliskan kesimpulan pada kolom yang disediakan!

Kesimpulan:

**K. Daftar Referensi**

Aryanta, I. W. R. 2019. Manfaat jabe untuk kesehatan. *Jurnal Widya Kesehatan* 1 (2): 38-43.

Herawati, I. E., Septarini, N.M. 2019. *Studi fitokimia pada jabe merah (Zingiber officinale Roscoe var. Sunti Vol)*. *Majalah Farmasetika* 4 (1): 22-27.

Kaban, A. N., Darnel, Saleh, C. 2016. Uji fitokimia, toksisitas, dan aktivitas antilokalan fraksi n-heksana dan etil asetat terhadap ekstrak jabe merah (*Zingiber officinale* var. rubrum). *Jurnal Kimia Muhammadiyah* 14 (1): 24-28.

Quthob, Sayid 2009. *Tajwid Qur'an* Jilid 12. Jakarta: Robbani Press.

Sutardi. 2016. Kandungan bahan aktif tanaman pegagan dan khasiatnya untuk meningkatkan sistem imun tubuh. *Jurnal Litbang Pertanian* 35 (3): 121-130.

Shah, Muhammad Derood, Seelan, Jaya Seelan Sathya; Iqbal, Mohamad 2020. Phytochemical investigation and antioxidant activities of methanol extract, methanol fractions and essential oil of *Dillenia suffruticosa* leaves. *Arabian Journal of Chemistry* 13: 1170-1182.

Yulianingsih, A. W., Santoso, H., Syarif, A. 2019. Uji kandungan serowaja alami minuman jabe serbuk (*Zingiber officinale* dan *Cymbopogon citratus*). *Jurnal Ilmiah Biosintropis* 4 (2): 1-6.

**Gambar 4.** Hasil Revisi Pengembangan Modul Praktikum Biokimia: Analisis Kandungan Jabe Dengan GC-MS Terintegrasi Pendidikan Islami Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing

## ***Implement***

Setelah dilakukan uji validitas dan dilakukan revisi, modul praktikum siap untuk diimplementasikan. Subjek implementasi dari modul praktikum ini yaitu mahasiswa Tadris Kimia UIN Antasari Banjarmasin sebanyak 19 orang. Melalui tahap implementasi, peneliti dapat memastikan bahwa modul praktikum diterapkan dengan tepat dalam lingkungan pendidikan, dengan memberikan pelatihan yang memadai kepada mahasiswa mengenai penggunaan peralatan GC-MS. Pengawasan yang cermat dan umpan balik dari peneliti akan membantu dalam memastikan bahwa mahasiswa memperoleh manfaat maksimal dari pengalaman praktikum yang disediakan.

Langkah-langkah modul praktikum sesuai dengan hasil revisi pada tahap develop, Pada tahap “Tujuan Praktikum” dan “Literasi”, mahasiswa diminta untuk mengamati sumber bacaan yang terintegrasi dengan pendidikan islami. Selanjutnya mahasiswa melakukan “Identifikasi Masalah”, “Perumusan Masalah” dan “Perumusan Hipotesis” dari sumber bacaan yang telah disediakan. Setelah itu mahasiswa melakukan “Pengumpulan Data” sesuai dengan prosedur praktikum yang telah dikembangkan. Pada tahap ini, mahasiswa masih memerlukan bantuan laboran untuk mengoperasikan alat GC-MS. Setelah hasil spektrum didapatkan, mahasiswa kemudian melakukan “Verifikasi Hasil”, mengisi “Bahan Diskusi” dan “Bahan Latihan” dilanjutkan dengan “Penarikan Kesimpulan”.

Setelah mahasiswa selesai melakukan praktikum sesuai dengan modul praktikum yang telah dikembangkan, mahasiswa mengisi angket respon siswa. Data hasil respon mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan hasil respon mahasiswa, didapatkan bahwa modul praktikum yang dikembangkan berada pada kategori sangat baik.

**Tabel 8.** Hasil Respon Mahasiswa

No	Aspek	Nilai
1	Informasi dalam modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan terintegrasi pendidikan islami memberikan pengetahuan baru bagi saya	99
2	Tugas dalam modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan terintegrasi pendidikan islami membantu saya dalam memahami materi	97
3	Contoh penerapan materi dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari	97
4	Modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan dan terintegrasi pendidikan islami memudahkan saya dalam belajar	95
5	Tampilan desain grafis modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan terintegrasi pendidikan islami menarik	91
6	Isi modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan terintegrasi pendidikan islami tercetak jelas	97

No	Aspek	Nilai
7	Modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan berisi gambar-gambar pendukung yang menarik	91
8	Modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan membuat keinginan belajar bertambah	95
9	Model Inkuiri Terbimbing yang digunakan menarik	94
10	Model Inkuiri Terbimbing membantu saya memahami konsep materi	94
11	Petunjuk penggunaannya mudah saya pahami	97
12	Petunjuk tugas mudah saya pahami	96
13	Kalimat yang digunakan dalam modul praktikum biokimia berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan terintegrasi pendidikan islami mudah dipahami	96
Rata-Rata		95

### ***Evaluate***

Tahap Evaluasi dilakukan pada setiap siklus penelitian pengembangan model ADDIE. Pada modul praktikum ini telah dilakukan uji validitas dan respon mahasiswa untuk mengevaluasi modul praktikum yang dikembangkan.

Secara keseluruhan, data respon mahasiswa menunjukkan bahwa pengembangan modul praktikum berbasis inkuiri terbimbing yang memanfaatkan teknologi GC-MS telah memberikan dampak yang positif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia, memotivasi mahasiswa, dan mempersiapkan mereka untuk berpartisipasi dalam penelitian ilmiah dan pengembangan teknologi di masa depan. Dengan demikian, pendekatan ini memberikan landasan yang kuat bagi pengembangan pendidikan sains yang responsif dan relevan dengan kebutuhan siswa di era disrupsi saat ini (Nedungadi dkk., 2015; van Brederode dkk., 2020; Zhu dkk., 2024).

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul praktikum biokimia: analisis kandungan jahe dengan GC-MS terintegrasi pendidikan islami menggunakan model inkuiri terbimbing telah valid dan mendapat respon yang sangat baik dari mahasiswa.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aryanta, I. W. R. (2019). Manfaat jahe untuk kesehatan. *Widya Kesehatan*, 1(2), 39–43.
- Barupal, T., Meena, M., & Sharma, K. (2019). Inhibitory effects of leaf extract of *Lawsonia inermis* on *Curvularia lunata* and characterization of novel inhibitory compounds by GC–MS analysis. *Biotechnology Reports*, 23, e00335.

- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach (Vol. 722)*. Springer.
- Dewi, R. K., Wardani, S., Wijayati, N., & Sumarni, W. (2019). Demand of ICT-Based Chemistry Learning Media in the Disruptive Era. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(2), 265–270.
- Gao, R., Lloyd, J., Emenike, B. U., Quarless, D., Kim, Y., & Emenike, M. E. (2021). Using guiding questions to promote scientific practices in undergraduate chemistry laboratories. *Journal of Chemical Education*, 98(12), 3731–3738.
- Jegstad, K. M. (2023). Inquiry-based chemistry education: a systematic review. In *Studies in Science Education* (pp. 1–63).
- Kartini, K. S., & Putra, I. N. T. A. (2020). Respon siswa terhadap pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis android. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 4(1), 12–19.
- Khozin, K., & Umiarso, U. (2019). The philosophy and methodology of Islam-science integration: Unravelling the transformation of Indonesian Islamic higher institutions. *Ulumuna*, 23(1), 135–162.
- Murugesan, S., Venkateswaran, M. R., Jayabal, S., & Periyasamy, S. (2020). Evaluation of the antioxidant and anti-arthritic potential of *Zingiber officinale* Rosc. by in vitro and in silico analysis. *South African Journal of Botany*, 130, 45–53.
- Nakissa, A. (2020). The cognitive science of religion and islamic theology: an analysis based on the works of al-Ghazālī. *Journal of the American Academy of Religion*, 88(4), 1087–1120.
- Nedungadi, P., Malini, P., & Raman, R. (2015). Inquiry based learning pedagogy for chemistry practical experiments using OLABs. In *Advances in intelligent informatics* (pp. 633–642). Springer International Publishing.
- Sadia, I. W. (2014). *Model-model pembelajaran sains konstruktivistik*. Graha Ilmu.
- Shahrajabian, M. H., Sun, W., & Cheng, Q. (2019). Clinical aspects and health benefits of ginger (*Zingiber officinale*) in both traditional Chinese medicine and modern industry. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section b—Soil & Plant Science*, 69(6), 546–556.
- Tahir, M. T. (2021). Integrasi agama dalam pembelajaran sains di Madrasah. *Jurnal AL-Mutaalimah: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 1(1), 19–36.
- van Brederode, M. E., Zoon, S. A., & Meeter, M. (2020). Examining the effect of lab instructions on students' critical thinking during a chemical inquiry practical. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(4), 1173–1182.
- Wicaksono, A. A., Sunarti, T., & Zainuddin, A. (2020). Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penilaian Kinerja Praktikum Pada Materi Alat Optik Kelas XI SMA. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(3), 325–331.
- Zhu, L., Sun, D., Luo, M., Liu, W., & Xue, S. (2024). Investigating pre-service science teachers' design performance in laboratory class: The inquiry-based design thinking approach. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 30–44.