



PENGEMBANGAN E-MODUL FITOKIMIA LAHAN BASAH BERBASIS STEAM-INKUIRI UNTUK AKSELERASI KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN LITERASI SAINS MAHASISWA

Phytochemistry E-Module Development Based on STEAM-Inquiry Approach to Improve Problem Solving Ability and Students' Scientific Literacy

Syahmani^{1*}, Rilia Iriani¹, Leny¹, Parham Saadi¹, Lila Mustarianti¹, Shabrina
Adzhani Febriati¹, Farida Hayati²

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Lambung Mangkurat

²Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin

Jl. Brigjen H. Hasan Basry, Banjarmasin 70123, Kalimantan Selatan, Indonesia

*email: syahmani_kimia@ulm.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar (e-modul) fitokimia lahan basah berbasis STEAM-Inkuiri yang valid, praktis dan efektif. Model pengembangan dalam penelitian ini menggunakan ADDIE. Penelitian dilakukan pada mahasiswa pendidikan kimia yang mengambil mata kuliah fitokimia. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa lembar validasi, angket dan tes penilaian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) validitas e-modul yang dikembangkan dalam kriteria ini sangat valid, (2) kepraktisan dan keterbacaan, dan respon mahasiswa terhadap e-modul yang dikembangkan dalam kriteria sangat praktis, (3) efektivitas dilihat dari n-gain kemampuan pemecahan masalah, literasi sains, dan pemahaman konsep mahasiswa secara berurutan 0,49; 0,68; 0,59 berada pada kriteria sedang dan diperkuat dengan hasil uji Wilcoxon (p value $< 0,05$) yang menunjukkan ada peningkatan yang signifikan antara hasil pre-test dan post-test. Disimpulkan bahwa e-modul yang dikembangkan valid, praktis dan efektif sehingga layak untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, literasi sains dan pemahaman konsep mahasiswa.

Kata kunci: e-modul, STEAM-Inkuiri, fitokimia, kemampuan pemecahan masalah, literasi sains, ADDIE

Abstract. This research aims to produce valid, practical and effective STEAM-Inquiry based phytochemical learning modules. This research is an ADDIE development model which is carried out on undergraduate chemistry education students in the phytochemical course. Data collection techniques used in the form of validation sheets, questionnaires and assessment results. The results showed that (1) the validity of the e-module developed in this criterion was very valid, (2) the practicality and legibility, and student responses to the e-module developed in the criteria were very practical, (3) the effectiveness was seen from the n-gain ability. problem solving, scientific literacy, and understanding of students' concepts are 0,49; 0,68; 0,59 respectively in the moderate criteria and reinforced by the Wilcoxon test results (p value $< 0,05$) which show a significant increase between the pre-test and post-test results. It was concluded that the e-module developed is valid, practical and effective so that it is feasible to improve problem solving skills, scientific literacy and understanding of students' concepts.

Keywords: e-module, STEAM-Inquiry, phytochemistry, problem solving

Diterbitkan oleh Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lambung Mangkurat
pISSN: 2086-7328, eISSN: 2550-0716. Terindeks di SINTA (Peringkat 3), IPI, IOS, Google
Scholar, MORAREF, BASE, Research Bib, SIS, TEI, ROAD, Garuda dan Scilit.

Received : 25-11-2022, Accepted : 13-10-2023, Published : 15-03-2024

ability, scientific literacy, conceptual understanding, ADDIE

PENDAHULUAN

Literasi sains bukan hanya kemampuan memahami pengetahuan sains saja, namun juga mampu mengintegrasikannya dengan teknologi, *engineering*, dan matematika; serta pengambilan keputusan untuk mengatasi masalah kehidupan nyata (Sharon & Baram-Tsabari, 2020). Siswa/mahasiswa dapat berliterasi sains dengan berpartisipasi aktif dalam diskusi mengenai isu-isu sains dan teknologi terutama menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang inkuiri ilmiah, menafsirkan data dan bukti-bukti ilmiah (OECD, 2019).

Hasil studi PISA 2018 menunjukkan bahwa peringkat kompetensi literasi sains peserta didik di Indonesia masih rendah baik secara global yaitu 71 dari 79 negara (OECD, 2019) maupun lokal (Yuliati, 2017). Hal ini berdampak pada kemampuan pemecahan masalah yang juga rendah. Rendahnya tingkat literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah ini disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adalah kurangnya bahan ajar yang memuat konten literasi sains dan pemecahan masalah (Sukowati et al., 2017).

Solusinya diperlukan inovasi strategi pembelajaran dan pengembangan bahan ajar untuk membekali mahasiswa kompetensi literasi sains dan pemecahan masalah. Pembelajaran inkuiri tidak dapat dipisahkan dari literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah, sehingga strategi pembelajaran berbasis inkuiri (Lederman et al., 2013; Llewellyn, 2013; Syahmani et al., 2022) relevan dan dipercaya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan literasi sains mahasiswa. Fase inkuiri terdiri atas mengajukan pertanyaan, merancang studi, mengumpulkan dan menginterpretasi data, menyimpulkan (Tatar, 2012). Model siklus pembelajaran inkuiri meliputi lima tahapan, (1) *engagement*, (2) *explore*, (3) *explaining*, (4) *engineering (elaborating)*, dan (5) *evaluation* (Cheng et al., 2016). Masing-masing tahapan tersebut memiliki fungsinya masing-masing dan berperan dalam pembelajaran agar siswa dapat membangun pemahamannya sendiri. Membangun dan memahami suatu informasi/konsep memerlukan strategi agar tidak menemui kesulitan dalam memecahkan suatu masalah. Dengan demikian, seseorang perlu mengelola pikirannya dengan baik, yaitu dengan memanfaatkan pengetahuan yang telah dimilikinya atau mengendalikan dan merefleksikan proses dan hasil pemikirannya.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) menghubungkan bidang 5 mata pelajaran. STEAM merupakan suatu pendekatan pembelajaran kontekstual dimana siswa diajak untuk memahami fenomena yang terjadi di sekitarnya (Yakman & Lee, 2012).

Penerapan pendekatan STEAM melalui *engineering design process* (EDP) dengan 5 tahapan, yaitu: *ask, imagine, plan, create, and improve* (Shahali et al., 2016). Pendidikan STEM/STEAM berkembang dan bersinergi dengan pembelajaran yang ada. Pendekatan STEM diintegrasikan dengan inkuiri (Birney & Cronin, 2019; Lai, 2018; Psycharis, 2016) memiliki keunggulan melatih kompetensi abad 21 dan pemahaman konsep (Hadinugrahaningsih et al., 2016), literasi sains (Syahmani, Hafizah, et al., 2021; Lederman et al., 2013) dan pemecahan masalah (Priemer et al., 2020) terutama pada pembelajaran fitokimia.

Bahan ajar fitokimia terkait keanekaragaman hayati tumbuhan lahan basah dan aspek fitokimianya masih sangat minim untuk dapat memfasilitasi proses belajar yang bisa secara langsung memberikan pemahaman konsep, literasi sains dan pemecahan masalah lingkungan. Alternatif solusinya berupa pengembangan e-

modul fitokimia lahan basah berbasis STEM-Inkuiri. Temuan penting penelitian yang diharapkan dapat memanfaatkan dan melestarikan tanaman lahan basah sebagai sumber belajar yang terintegrasi dalam e-modul fitokimia berbasis STEM-Inkuiri sebagai alternatif pembelajaran fitokimia untuk meningkatkan literasi sains dan kemampuan memecahkan masalah mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *Research and Development*, sedangkan penelitian pengembangan e-module menggunakan model *ADDIE*. Prosedur penelitian ini melalui 5 tahap: *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (Branch, 2009). Tahap pertama dalam model ini adalah *Analysis*, pada tahap ini peneliti perlu menganalisis masalah apa yang akan diteliti, dalam hal ini peneliti melakukan tahap Analisis dengan melalui studi pustaka dan studi lapangan berupa wawancara untuk mendapatkan pokok permasalahan. yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan e-modul.

Tahap kedua adalah *Design*, pada tahap ini peneliti sudah mulai merancang produk sebagai solusi dari permasalahan yang telah didapatkan dari *Analysis* dengan menggunakan pendekatan STEAM-Inkuiri. Tahap ini juga merupakan bagian penting dimana terdapat tugas seperti peneliti membuat desain awal produk berupa e-modul kemudian menentukan validator ahli materi dan media yang sesuai.

Tahap ketiga adalah *Develop*, pada tahap ini peneliti mengembangkan produk yang telah dirancang pada tahap sebelumnya sesuai dengan model yang telah ditentukan. Langkah-langkah dalam tahap ini adalah:

a) Mengintegrasikan hasil yang telah dibuat sedemikian rupa dengan mengumpulkan beberapa bahan untuk pengembangan bahan ajar berupa e-module essential oil dengan pendekatan STEAM-Inkuiri. Langkah selanjutnya peneliti melakukan pengecekan ulang terhadap e-modul sebelum divalidasi oleh validator yang telah ditentukan, jika produk yang dikembangkan sudah sesuai maka dapat dilanjutkan ke tahap validasi.

b) Tahap validasi hasil pengembangan produk dilakukan oleh para ahli. Tujuan dari tahap validasi ini adalah untuk memperoleh penilaian dan saran terkait kesesuaian materi dan desain e-modul dan perangkat penelitian seperti angket respon, soal tes dan rubrik penilaian.

c) Tahapan selanjutnya setelah validasi selesai adalah mengetahui kelemahan dan saran dari para ahli tentang e-modul dan perangkat penelitian, saran dan saran dari produk dibuat untuk menjadi lebih baik yang selanjutnya dapat direkomendasikan kepada tahap selanjutnya.

Tahap ke 4 adalah *Implement*, pada tahap ini produk yang telah dikembangkan kemudian diuji. Uji coba dilakukan terhadap 20 mahasiswa program studi pendidikan kimia ULM. Pada tahap ini peneliti membuat catatan tentang kekurangan dan kendala yang dialami pada saat produk diimplementasikan. Peneliti memberikan angket tanggapan tentang pengembangan produk kepada mahasiswa S1 untuk mengetahui tanggapan dan kekurangan terkait e-module. Selanjutnya tahap terakhir adalah *Evaluate*, pada tahap ini dilakukan evaluasi ulang secara menyeluruh dari awal hingga akhir, kemudian jika dirasa tidak ada lagi yang perlu direvisi maka pengembangan produk siap digunakan..

Teknik analisis data adalah deskriptif kualitatif dengan menggunakan n-gain dan secara kuantitatif menggunakan statistik inferensial uji Wilcoxon. Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini berupa angket validasi, keterbacaan, respon siswa dan instrumen tes. Validitas produk pengembangan e-modul diperoleh dari pengukuran hasil validasi sehingga diketahui validitas e-modul dan instrumen tes

untuk penelitian. Kepraktisan produk diukur melalui hasil kuesioner respon dan keterbacaan. Kuesioner keterbacaan dan respon dilakukan dalam uji coba kelompok kecil oleh mahasiswa S1. Keefektifan diketahui melalui uji coba menggunakan instrumen tes berupa esai tentang fitokimia dan aplikasinya berdasarkan rubrik penilaian untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah, literasi sains, dan pemahaman konsep mahasiswa.

Instrumen penelitian ini berupa tes kemampuan pemecahan masalah (TKPM) dengan menggunakan sepuluh soal esai. Setiap pertanyaan menggunakan 0-3 rubrik penilaian yang menghasilkan skor 0-100. TKPM menentukan tingkat kemampuan pemecahan masalah (KPM) mahasiswa dalam tahapan yang berbeda: memahami masalah, menyusun rencana, melaksanakan rencana, dan melihat ke belakang (Polya, 2004). Analisis KPM mahasiswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran mengacu pada pedoman penilaian rubrik KPM (Syahmani, et al., 2021) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rubrik penilaian untuk mengukur KPM mahasiswa

Aspek	Respons atas pertanyaan atau masalah	Skor
Memahami Masalah	Tidak memahami soal/ tidak ada jawaban	0
	Menuliskan diketahui/ditanyakan/sketsa/model tetapi salah atau tidak memenuhi masalah sama sekali	1
	Memenuhi informasi/permasalahan dengan kurang tepat/lengkap	2
	Berhasil memahami masalah secara menyeluruh	3
Membuat rancangan pemecahan masalah	Tidak ada urutan langkah penyelesaian sama sekali/Tidak ada rencana strategi penyelesaian	0
	Strategi yang direncanakan kurang tepat/langkah penyelesaian ada tetapi belum jelas dan belum lengkap	1
	Strategi ada tetapi belum lengkap dan jelas	2
	Strategi /langkah penyelesaian mengarah pada jawaban yang benar	3
Melaksanakan rancangan pemecahan masalah	Tidak ada penyelesaian sama sekali	0
	Ada penyelesaian, tetapi prosedur tidak jelas/salah	1
	Menggunakan prosedur tertentu yang benar tetapi kurang lengkap	2
	Menggunakan prosedur tertentu yang benar	3
Memeriksa kembali	Tidak ada jawaban/ tidak ada menuliskan kesimpulan	0
	Pemeriksaan hasil jawaban tidak tepat/ salah menuliskan kesimpulan	1
	Pemeriksaan hasil jawaban kurang tepat/kesimpulan kurang tepat	2
	Pemeriksaan hasil jawaban tepat/menuliskan kesimpulan dengan tepat	3

Hasil belajar diperoleh melalui *pre-test* dan *post-test*. Data dihitung menggunakan N-gain berdasarkan masing-masing variabel. Hasil tersebut selanjutnya diperkuat dengan uji statistik non parametrik yang diberi nama uji Wilcoxon dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat peningkatan kemampuan metakognisi dan pemahaman konsep mahasiswa yang signifikan sebelum dan sesudah mengikuti perkuliahan dengan menggunakan e-modul.

H_1 : Terdapat peningkatan kemampuan metakognisi dan pemahaman konsep mahasiswa yang signifikan sebelum dan sesudah mengikuti perkuliahan dengan menggunakan e-modul.

Hipotesis menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Kriteria hipotesis dan tingkat signifikan: Jika $p \text{ value} < \alpha$, maka H_0 ditolak, Jika $p \text{ value} \geq \alpha$, maka H_0 diterima.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

E-modul ini dikembangkan dengan 5 tahapan, yaitu: tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Adapun pada tahap implementasi dan tahap evaluasi dapat dilakukan secara bersamaan.

Hasil Pengembangan

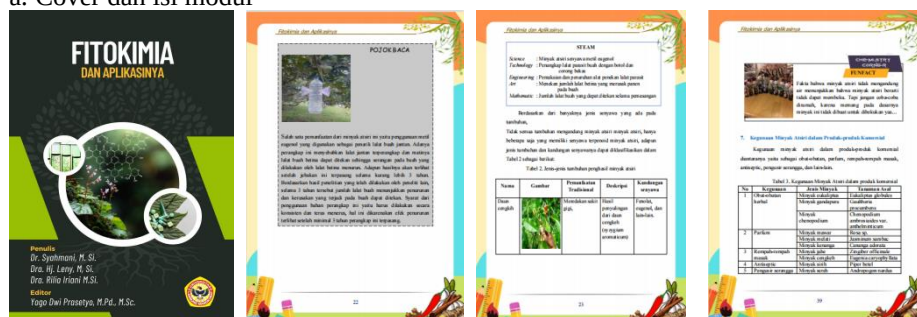
Tahap Analyze (Analisis). Pengembangan e-modul fitokimia dan aplikasinya berbasis STEAM-Inkuiri ini, terlebih dahulu dilakukan analisis silabus dan RPS mata kuliah fitokimia lahan basah yang mendeskripsikan konten, konteks lahan basah atau budaya lokal masyarakat, dan aplikasinya yang bisa diintegrasikan ke dalam bahan ajar elektronik yang dikembangkan.

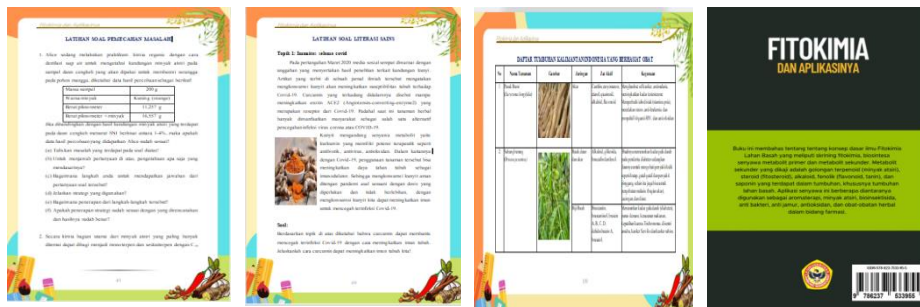
Tahap Design (Desain). Hasil analisis dijadikan sebagai dasar dalam pengembangan e-modul. E-modul berbasis STEAM-Inkuiri ini merupakan produk hasil pengembangan yang disusun berdasarkan capaian mata kuliah sehingga materi pokok bahasan yang dijabarkan menjadi sistematis dan terarah. Adapun kontennya adalah konten sains fitokimia dan aplikasinya yang diajarkan menggunakan pendekatan STEM/STEAM (Cevik, 2017).

Tujuan dibuatnya e-modul ini yaitu agar mahasiswa memahami konsep, berlatih kemampuan pemecahan masalah dan literasi sains pada materi fitokimia. E-modul dibuat agar mahasiswa mudah mengaksesnya melalui internet tanpa menggunakan aplikasi tambahan.

Tahap Development (Pengembangan). Pada tahap pengembangan ini, peneliti membahas tentang hasil pengembangan e-modul yang sudah direvisi oleh ahli. Hasil pengembangan e-modul dapat dilihat pada Gambar 1.

a. Cover dan isi modul

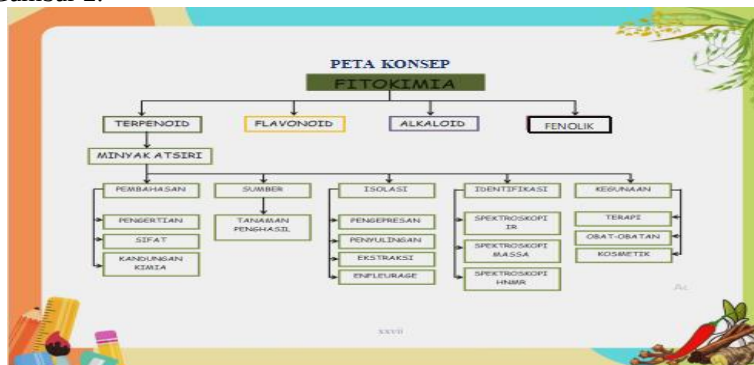




Gambar 1. Cover dan isi e-modul fitokimia dan aplikasinya

E-modul ini tidak hanya berisikan materi bahan ajar tetapi juga terdapat gambar, video, animasi, dan *funfact* maupun pojok baca yang berisi informasi yang unik berdasarkan fakta dan sains yang jarang diketahui orang. Adapun e-modul ini tersusun secara sistematis dan berurut yang sudah disesuaikan dengan capaian pembelajaran mata kuliah, adapun format dari e-modul ini terdiri dari halaman sampul, kata pengantar, daftar isi, peta konsep, materi, latihan soal, serta kerangka desain praktikum, lampiran, dan daftar pustaka yang terbaru.

Bagian materi pembelajaran yang terdapat di e-modul ini disusun berdasarkan peta konsep yang telah dibuat sebelumnya agar mempermudah mahasiswa dalam memahami suatu materi. Peta konsep dari e-modul dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta konsep e-modul fitokimia

Produk penelitian pengembangan ini yaitu berupa e-modul fitokimia dan aplikasinya berbasis STEAM-Inkuiri dan instrumen kemampuan pemecahan masalah dan literasi sains mahasiswa. Keunggulan produk pengembangan ini yaitu mengintegrasikan pendekatan STEAM-Inkuiri serta dilengkapi fitur video, stiker kartun, maupun *funfact* mengenai bahasan materi minyak atsiri. Materi pada e-modul yang dikembangkan ini juga menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh mahasiswa serta dilengkapi dengan prosedur, latihan soal, maupun lampiran yang mempermudah mahasiswa dalam memahami materi. Akses pada e-modul ini juga mudah, mahasiswa hanya perlu mempersiapkan *smartphone* dan internet, dengan begitu mahasiswa mampu mengakses e-modul ini sebagai salah satu sumber belajar.

b. Panduan penggunaan e-modul ini dirancang sederhana, praktis, dan bertujuan untuk menyampaikan kepada mahasiswa tentang isi dari e-modul yang akan mereka pelajari dan terdapat penjelasan mengenai petunjuk penggunaan e-modul fitokimia dan aplikasinya ini.

- c. Daftar isi e-modul yang dikembangkan juga terdapat daftar isi yang memudahkan pembaca atau pengguna produk menentukan bab mana dan halaman berapa yang akan mereka pelajari dan dibuat dengan tampilan warna huruf yang menarik.
- d. Bab dan sub bab yang dikembangkan relevan dengan isu-isu yang berkembang di masyarakat dan terkini yang terintegrasi dengan STEAM dan dilengkapi dengan kompetensi serta indikator pembelajaran yang akan dicapai mahasiswa. Setiap Bab juga dilengkapi dengan “*chemistry corner*” dan “*funfact*” yang dirancang sedemikian rupa dan terlihat menarik.
- e. Bab pada e-modul ini dirancang 3 bab yaitu “Fitokimia dan Skrining Fitokimia, Minyak Atsiri, dan Senyawa Fenolik. Masing-masing bab dilengkapi “*chemistry corner*” yang mencakup pengetahuan/konsep, literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah.

Tahap *Evaluation* (Evaluasi). Tahap evaluasi merupakan tahap yang dilakukan untuk merevisi setiap tahap-tahap pengembangan lainnya. Hasil evaluasi setiap tahap adalah sebagai berikut. Revisi tahap analisis, yang dilakukan adalah analisis silabus dan RPS mata kuliah Fitokimia Lahan Basah yang mendeskripsikan konten, konteks fitokimia lahan basah dan aplikasinya yang dapat diintegrasikan ke dalam e-modul yang dikembangkan. Setelah melakukan analisis silabus kemudian peneliti melakukan revisi berdasarkan komentar yang diberikan oleh dosen pengampu mata kuliah. Hasil revisi pada tahap analisis ini adalah pada kolom tabel analisis ditambahkan dengan sumber belajar yang berisi tentang daftar tumbuhan lahan basah, kandungan kimia/aspek fitokimia dan deskripsi manfaatnya. Revisi tahap *design* berdasarkan komentar dari tim dosen pengampu adalah media-media yang terdapat dalam e-modul yang dikembangkan harus bersifat kontekstual yang dapat mendukung mahasiswa terhadap pemahaman materi, literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah. Selain itu, tata letak pada draf bahan ajar juga diperbaiki, ukuran huruf, warna huruf dibuat lebih menarik lagi, *template*, panduan penggunaan e-modul, dan tema serta design cover depan dan belakang.

Revisi tahap *development* atau pengembangan, peneliti mengkonversi e-modul yang dibuat dari program microsoft word 2010 ke dalam bentuk pdf kemudian dimasukkan ke dalam aplikasi 3D PageFlip Profesional 1.7.1. Hasil revisi pada tahap ini berdasarkan komentar dosen pengampu adalah perbaikan pada kualitas video/link, tata letak tabel, gambar, bagan, dan video. Revisi tahap implementasi, peneliti membahas tentang hasil revisi produk e-modul berdasarkan komentar maupun saran yang diberikan oleh masing-masing validator pada saat uji coba. Selanjutnya, revisi produk pada tahap evaluasi dilakukan agar menghasilkan produk yang layak. Revisi yang dilakukan diuraikan berikut ini.

Penilaian ahli isi terhadap produk menyatakan sangat valid, karena *self-contained* e-modul sudah berisi substansi pengetahuan yang utuh sehingga mahasiswa dibekali kemampuan atau kompetensi yang diperlukan, sehingga e-modul dinyatakan layak untuk diujicobakan tanpa revisi. Penilaian ahli bahasa dan desain pembelajaran terhadap produk menyatakan sangat valid, karena *self-instruction* e-modul telah berisi arahan-arahan yang perlu diikuti oleh mahasiswa agar dapat mempelajari substansi atau materi perkuliahan secara efektif dan efisien. Adapun sarannya hanya bahasa dibuat lebih komunikatif dan pada tata letak tabel agar diatur lebih rapi lagi. Penilaian oleh ahli media terhadap e-modul ada pada kategori sangat valid. Saran perbaikan berupa penyempurnaan cover pada indikator pusat pandang dan tampilan. Aspek *self-explanatory power* e-modul sudah sangat baik. Substansi dan pengetahuan yang terdapat di dalam e-modul telah ditulis

dengan sangat jelas. Aspek interaksi perlu sedikit penyempurnaan dan dioptimalkan sehingga mahasiswa dapat dengan mudah dipelajari oleh mahasiswa.

Perbaikan untuk setiap aspek tersebut sudah dilakukan dengan memperhatikan prinsip-prinsip yang berlaku pada e-modul secara optimal. Penilaian e-modul oleh mahasiswa berdasarkan hasil uji coba mahasiswa pada kategori sangat baik. Uji coba dilakukan dengan melibatkan 10 (sepuluh) mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia ULM. Komentar maupun saran yang diberikan mahasiswa menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sangat menarik dan mendukung pemahaman materi. Saran perbaikan terhadap bahan ajar yang dikembangkan terletak pada ukuran huruf. Ukuran huruf diperbesar lagi dan diberi warna agar terlihat menarik. Ukuran huruf diperbesar menjadi *font* 12 dan jenis huruf *Times New Roman* dengan ukuran kertas B5/Unesco.

Hasil Uji Validitas

Validasi dari produk pengembangan ini dilakukan oleh validator yang telah menilai kelayakan e-modul fitokimia dan aplikasinya berbasis STEAM-Inkuiri untuk meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, dan literasi sains mahasiswa, kemudian data hasil dari validasi di analisis untuk mengetahui tingkat kelayakannya sebelum dapat di implementasikan.

Validasi dilakukan oleh 3 orang validator, yaitu validator konten/isi, ahli bahasa/pembelajaran, dan ahli media. Saran perbaikan yang diberikan oleh validator digunakan untuk merevisi e-modul yang dikembangkan sebelum di implementasikan. Hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penilaian aspek kelayakan isi e-modul

No	Aspek Penilaian	Validator			Rata-rata	Skor Validasi	Kategori
		I	II	III			
1	Isi	50	52	53	51,67	93,93%	Sangat valid
2	Bahasa dan desain pembelajaran	27	26	29	27,33	91,11%	Sangat valid
3	Media	32	34	34	33,33	95,23%	Sangat valid

Tabel 1 menunjukkan persentase hasil validasi aspek kelayakan isi, bahasa dan desain pembelajaran, serta media untuk e-modul berturut-turut 93,93%, 91,11% dan 95,23% dalam kategori sangat valid, sehingga e-modul layak digunakan tahap selanjutnya pada uji kepraktisan dan efektivitas e-modul.

Hasil Uji Kepraktisan

Produk yang telah divalidasi selanjutnya dilakukan uji kepraktisan dari e-modul yang dikembangkan. Analisis kepraktisan e-modul fitokimia dan aplikasinya diukur melalui dua angket yaitu: 1) Keterbacaan e-modul pada uji coba kelompok kecil, 2) Angket respon mahasiswa diberikan setelah mereka selesai mengerjakan soal *pre-test* dan *post-test*, adapun angket respon berisi butir-butir pertanyaan yang berisikan tentang pendapat mereka setelah belajar menggunakan e-modul.

1) Hasil uji keterbacaan e-modul dan respon mahasiswa

Uji coba kelompok kecil terhadap 10 (sepuluh) mahasiswa untuk mengetahui keterbacaan dan respon mahasiswa terhadap e-modul yang dikembangkan. Hasil uji keterbacaan e-modul dan respon mahasiswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil keterbacaan dan respon mahasiswa pada uji coba kelompok kecil

Mahasiswa	Uji keterbacaan		Respon mahasiswa	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
1	4,8	Sangat praktis	4,2	Baik
2	4,1	Praktis	4,5	Sangat baik
3	4,5	Sangat praktis	4,6	Sangat baik
4	4,2	Sangat praktis	4,5	Sangat baik
5	4,2	Praktis	4,7	Sangat baik
6	4,7	Sangat praktis	4,3	Sangat baik
7	4,5	Sangat praktis	4,0	Baik
8	4,7	Sangat praktis	4,4	Sangat baik
9	4,2	Praktis	4,4	Sangat baik
10	4,1	Praktis	4,3	Sangat baik
Rata-rata	4,4	Sangat praktis	4,39	Sangat baik

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata skor keterbacaan mahasiswa pada uji coba kelompok kecil adalah 4,40 termasuk kategori sangat praktis, sedangkan nilai rata-rata respon mahasiswa terhadap e-modul fitokimia sebesar 4,39 dan termasuk dalam kategori sangat baik, sehingga menurut mahasiswa sendiri, penggunaan e-modul minyak atsiri dalam proses pembelajaran dinyatakan sudah praktis digunakan.

Implementasi Model STEAM-Inkuiri

Tahapan kegiatan pembelajaran dalam model pembelajaran STEAM-Inkuiri adalah memadukan model pembelajaran inkuiri dengan pendekatan STEAM, dengan sintaks pembelajaran seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Sintaks model pembelajaran STEAM-Inkuiri

Sintaks STEAM-Inkuiri	Aktivitas Pembelajaran	
	Aktivitas dosen	Aktivitas mahasiswa
<i>Ask (Engaging)</i>	Memberikan apersepsi berupa gambar/ video budaya <i>Batimung (sauna)</i> dari Suku Banjar menggunakan rebusan air yang di padukan dengan kulit dan bunga kenanga, bunga mawar, melati, dan pucuk sangkariho. Menautkan materi dari disiplin ilmu STEAM. Menyajikan masalah dunia nyata. (Sains)	Menghubungkan antara pengetahuan sebelumnya dan informasi baru. Mengerjakan soal-soal aktual. atau menafsirkan masalah (Sains)
<i>Imagine (Exploring)</i>	Menfasilitasi mahasiswa menganalisis fenomena masalah. Mendorong kelompok mahasiswa menggunakan kemampuan pemecahan masalah dan literasi sains dalam bereksplorasi (mengamati, bertanya, menyelidiki, menguji hipotesis, mengkomunikasikan).	Memeriksa dan merekam fenomena sosial atau alam.

Sintaks STEAM-Inkuiri	Aktivitas Pembelajaran	
	Aktivitas dosen	Aktivitas mahasiswa
<i>Plan (Explaining)</i>	Mendorong mahasiswa untuk merencanakan, meneliti, dan mengajukan pertanyaan. (Engineering, Technology) . Meminta mahasiswa menjelaskan konsep, untuk mendapatkan dukungan atas klaim mereka dengan bukti, dan berpartisipasi dalam kegiatan diskusi.	Secara aktif berpartisipasi merencanakan, merancang, dan mengajukan pertanyaan. (Engineering, Technology) serta mendiskusikannya.
<i>Create (Elaborating)</i>	Membantu mahasiswa menerapkan pengetahuan dan kemampuan untuk membuat produk yang inovatif dan kreatif. (Mathematical Art, Engineering)	Menerapkan pengetahuan dan kemampuan membuat produk. (Engineering, Mathematic, Art) . Mengembangkan karya secara aktif
<i>Improve (Evaluating)</i>	Menilai literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa.	Mengikuti proses evaluasi dan refleksi. Memberikan kritik dan saran

Hasil Uji Keefektifan

Setelah melewati tahap uji coba kelompok kecil, kemudian dilakukan uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilakukan pada 20 orang mahasiswa pendidikan kimia yang mengambil mata kuliah fitokimia untuk menguji keefektifan e-modul yang dikembangkan.

Pemahaman Konsep

Sebelum memulai pembelajaran, maka mahasiswa diberikan soal pre test untuk mengetahui kemampuan awal mereka pada materi minyak atsiri menggunakan e-modul. Kemudian di akhir pembelajaran, mahasiswa diberikan post-test untuk mengetahui bagaimana pemahaman konsep mahasiswa tentang materi fitokimia dan aplikasinya menggunakan e-modul. Data hasil pemahaman konsep dari *pre-test* dan *post-test* pada uji coba terbatas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata *pre-test* – *post-test* pemahaman konsep

No	Kategori	Uji Coba	
		<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
1	Terendah	33,3	75
2	Tertinggi	75	91,7
Rata-rata		65,85	83,35

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai terendah *pre-test* sebesar 33,3 dan nilai tertinggi sebesar 75 dengan hasil nilai rata-rata sebesar 65,85 yang termasuk kategori nilai C (cukup). Nilai terendah pada *post-test* diperoleh sebesar 75 dan nilai tertinggi diperoleh sebesar 91,7 dengan hasil rata rata sebesar 83,35 yang termasuk kategori A (sangat baik). Disimpulkan bahwa terjadi peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada saat sebelum dan sesudah menggunakan e-modul fitokimia dan aplikasinya berbasis STEAM-Inkuiri. Kegiatan STEM-inkuiri

memberikan konteks berharga bagi siswa/mahasiswa untuk memperoleh, mengklarifikasi, dan menerapkan pemahaman konsep sains dan keterampilan proses (Rachmayati *et al.*, 2020) terbukti dapat meningkatkan prestasi belajar siswa (Suduc *et al.*, 2015). Adapun rata-rata persentase pemahaman konsep disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata persentase indikator pemahaman konsep

No	Indikator	Pre-Test	Post-Test	n-gain	Kategori
1	Mengklasifikasi	73,75	98,75	0,95	Tinggi
2	Menginterpretasi	50	62,5	0,25	Rendah
3	Menyimpulkan/ merangkum	73,75	88,75	0,57	Sedang
Rata-rata		65,83	83,33	0,59	Sedang

Tabel 5 menunjukkan bahwa tiap persen indikator pemahaman konsep mengalami peningkatan rata-rata nilai dari *pre-test* ke *post-test* dengan nilai *n-gain* 0,59 dalam kategori sedang. N-gain tertinggi yang diperoleh terdapat pada aspek mengklasifikasi. Siswa mampu mengklasifikasikan senyawa kimia terpena *n-gain* 0,95 dalam kategori tinggi. Kemudian pada aspek penutup, siswa merangkum kualitas dan kuantitas minyak atsiri hasil isolasi *n-gain* 0,57 dalam kategori sedang. Peningkatan terendah terjadi pada pemahaman konsep yang terjadi pada proses menginterpretasi *n-gain* 0,25 dengan kategori rendah terutama pada topik spektroskopi, kesulitan siswa dalam menganalisis/menafsirkan data spektroskopi.

Kemampuan Pemecahan Masalah

Berdasarkan dari data pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai terendah pada *pre-test* sebesar 41,7 dan nilai tertinggi sebesar 70,83 dengan hasil nilai rata-rata sebesar 65,63 yang termasuk kategori nilai C (cukup). Nilai terendah pada *post-test* diperoleh sebesar 75 dan nilai tertinggi diperoleh sebesar 87,5 dengan hasil rata-rata sebesar 82,47 yang termasuk kategori A (sangat baik).

Tabel 6. Data *pre-test* - *post-test* kemampuan pemecahan masalah

No	Kategori	Uji Coba	
		Pre-test	Post-test
1	Terendah	41,7	75
2	Tertinggi	70,83	87,5
Rata-rata		65,63	82,47

Hasil rata-rata dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai pada *post-test* lebih tinggi daripada nilai *pre-test* dan perhitungan berdasarkan data yang dipaparkan juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa pada saat sebelum dan sesudah menggunakan e-modul fitokimia dan aplikasinya berbasis STEAM-Inkuiri. Adapun persentase rata-rata persentase indikator kemampuan pemecahan masalah ada pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata persentase indikator kemampuan pemecahan masalah

No	Indikator	Pre-Test	Post-Test	N-gain	Kategori
1	Memahami masalah	81.25	98.75	0.93	Tinggi
2	Membuat rancangan pemecahan	70.00	86.25	0.54	Sedang

No	Indikator	Pre-Test	Post-Test	N-gain	Kategori
	masalah				
3	Melaksanakan pemecahan masalah	45.00	93.75	0.89	Tinggi
4	Memeriksa kembali (evalasi/refleksi)	46.25	51.25	0.09	Rendah
Rata-rata		65.63	82.47	0.49	Sedang

Berdasarkan dari data pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa tiap persen indikator kemampuan pemecahan masalah mengalami peningkatan dari rata-rata *pre-test* ke *post-test*, dengan *n-gain* 0,49 dalam kategori sedang. Hal ini sejalan dengan temuan Priemer et al. (2020) bahwa *STEM and computing education* dapat memfasilitasi peserta didik dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Aspek KPM terendah yang diamati dalam penelitian ini adalah keterampilan evaluasi/refleksi dengan skor *n-gain* 0,09 dalam kategori rendah, karena sebagian siswa masih belum mampu merefleksikan kegiatan belajar dan hasil tesnya. (Lovet, 2013) mengemukakan bahwa kegiatan refleksi terstruktur diperlukan untuk mendorong mahasiswa mempraktikkan KPM setelah mengerjakan ujian. Mahasiswa harus melakukan tiga kegiatan berikut: (1) mengingat dengan tepat bagaimana mereka mempersiapkan ujian ("refleksi"); (2) memikirkan dan membuat daftar rinci tentang kesalahan yang mereka buat selama ujian dan mengapa itu terjadi ("membandingkan"), dan (3) menyusun rencana untuk mempersiapkan ujian berikutnya secara berbeda. Mahasiswa menulis catatan reflektif tentang pemahaman konseptual dan proses pembelajaran mereka. Terlibat dalam aktivitas metakognitif, dengan adanya praktek dan umpan balik, menumbuhkan siswa menjadi pembelajar yang reflektif.

Literasi Sains Mahasiswa

Tahap selanjutnya dilakukan uji coba terbatas atau bisa juga disebut uji coba lapangan. Uji coba terbatas dilakukan kepada 20 orang mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP ULM yang mengambil mata kuliah fitokimia lahan basah. Tujuan dilakukan uji coba ini adalah untuk menguji keefektifan bahan ajar yang dikembangkan. Keefektifan dinilai berdasarkan *N-gain* literasi sains. Bahan ajar fitokimia dan aplikasinya dapat dikatakan efektif meningkatkan literasi sains jika terdapat perubahan nilai yang dilakukan pada saat *pre-test* dan *post-test*. Data hasil tes literasi sains yang diperoleh pada uji coba terbatas dapat dilihat pada Tabel 8. Pendekatan STEAM-Inkuiri dapat meningkatkan literasi sains siswa dengan *n-gain* 0,68 dalam kategori sedang.

Tabel 8. Rata-rata dan *N-gain* literasi sains tiap indikator

No	Indikator literasi sains	Pre-test	Post-test	N-gain	Kategori
1	Menggunakan bukti ilmiah	61,67	86,33	0,64	Sedang
2	Mengevaluasi dan merencanakan penelitian ilmiah	64,15	94,85	0,85	Tinggi
3	Mengidentifikasi pertanyaan ilmiah	96,70	98,30	0,50	Sedang
Rata-rata		66,11	89,56	0,68	Sedang

Penelitian ini menunjukkan bahwa bahan ajar fitokimia dan aplikasinya dengan pendekatan STEAM-Inkuiri dapat meningkatkan literasi sains siswa secara signifikan. Hal ini dikarenakan pembelajaran STEAM-Inkuiri dapat membantu siswa mempelajari ide-ide inti yang terkait dengan STEAM dan terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Kegiatan penyelesaian masalah atau investigasi yang berorientasi pada isu dan isu lingkungan, khususnya lingkungan lahan basah tidak

terlepas dari inovasi dan teknologi agar dapat meningkatkan pemahaman, literasi sains dan lingkungan peserta didik (Afriana et al., 2016; Apriyani et al., 2019; Syahmani, Hafizah, et al., 2021). Kemampuan literasi sains siswa tertinggi pada kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah, dan terendah pada kemampuan mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah.

Rekapitulasi Hasil Uji Efektivitas

Data diuji normalitasnya menggunakan Kolmogorov-Smirnov diperoleh nilai Sig (2 tailed) < 0,05 berarti data tidak berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji statistik non parametrik untuk menguji hipotesis nol (H_0). Uji Wilcoxon untuk pemahaman konsep dan pemecahan masalah, sedangkan uji Fiedman dan Monte Carlo untuk literasi sains membuktikan apakah data antara *pre-test* dan *post-test* benar mengalami peningkatan yang signifikan. Hasil uji dapat di lihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, dan literasi sains mahasiswa

Aspek	Tes	N	Z	Chi-square	Sig. (2 tailed)	Keterangan
Pemahaman konsep ¹⁾	<i>Pre-post-test</i>	20	- 4.128 ^b	-	0.000	H_0 ditolak
Pemecahan masalah ¹⁾	<i>Pre-post-test</i>	20	- 4.086 ^b	-	0.000	H_0 ditolak
Literasi sains ²⁾	<i>Pre-post-test</i>	20	-	20.000	0.000	H_0 ditolak

¹⁾ Uji Wilcoxon , Uji Fiedman dan Monte Carlo

Berdasarkan data pada Tabel 9 yang telah di dapatkan, dapat diketahui nilai Sig. (2 tailed) yaitu 0.000, berarti nilai *p value* < 0,05 sehingga nilai H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEAM-Inkuiri dapat melatih dan meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, dan literasi sains mahasiswa yang di buktikan dengan adanya peningkatan hasil belajar sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul. Disimpulkan bahwa dari seluruh data yang didapat, menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan dapat meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, dan literasi sains mahasiswa pada fitokimia dan aplikasinya.

Temuan dari penelitian ini bahwa setiap sintaks STEAM-Inkuiri berkontribusi terhadap kompetensi literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah siswa, sehingga penting untuk penelitian selanjutnya tentang efektivitas pembelajaran STEM-inkuiri berbasis entnosains pada perkuliahan fitokimia lahan basah dalam mengembangkan *High Order Thinking Skills of Environmental Problem (HOTSEP)* mahasiswa. Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian bahwa pembelajaran STEM-inkuiri terbimbing dan Etno-STEM-PjBL terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, berpikir kritis dan kreatif (Simamora et al., 2018; Sumarni & Kadarwati, 2020), pemahaman konsep dan literasi sains mahasiswa (Seraphin, 2014). Pemecahan masalah akan meningkatkan kemampuan mahasiswa untuk mengatur dan mengkonsolidasikan pengetahuan mereka secara efisien ke dalam memori jangka panjang mereka. Saat mahasiswa mengerjakan tugas pemecahan masalah, tidak hanya meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, juga mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang literasi ilmiah, *HOTS* seperti menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi (Fensham & Bellocchi, 2013; Gil-Glazer et al., 2019; Ichsan et al., 2019; Istiyono et al., 2020; Shieh & Chang, 2014). Dalam e-modul fitokimia

berbasis STEM-Inkuiri, penekanannya bergeser ke bentuk pemecahan masalah yang lebih kompleks. Dosen tetap berperan dalam memberikan bimbingan, memfasilitasi, dan mengajukan pertanyaan. Bimbingan diberikan secara tidak langsung dengan menggunakan strategi tanya jawab yang tepat. Dosen memfasilitasi mahasiswa untuk merencanakan, mengidentifikasi, dan mengontrol variabel dalam percobaannya. Dosen secara eksplisit memandu proses ilmiah melalui pertanyaan-pertanyaan penuntun. Pendekatan ini selanjutnya akan membantu mahasiswa memahami proses inkuiri. Dengan demikian, e-modul ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi atau pengayaan untuk meningkatkan kualitas pendidikan.

SIMPULAN

E-modul yang dikembangkan valid, praktis dan efektif sehingga layak digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah dan literasi sains mahasiswa secara signifikan dengan n-gain pada kriteria sedang.

DAFTAR RUJUKAN

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Apriyani, R., Ramalis, T. R., & Suwarna, I. R. (2019). Analyzing Student's Problem Solving Abilities of Direct Current Electricity in STEM-based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(3), 85–91. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i3.17559>
- Birney, L., & Cronin, J. (2019). Environmental habitat restoration and inquiry-based learning with New York City public schools—an urban model in STEM education. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 9(3), 322–326. <https://doi.org/10.1007/s13412-018-0530-5>
- Cevik, M. (2017). Content Analysis of Stem-Focused Education Research in Turkey. *Journal of Turkish Science Education*, 14(2), 12–26.
- Fensham, P. J., & Bellocchi, A. (2013). Higher order thinking in chemistry curriculum and its assessment. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.06.003>
- Gil-Glazer, Y., Walter, O., & Eilam, B. (2019). PhotoLingo—Development and Improvement of Higher-Order Thinking and Language Skills Through Photographs. *Journal of Education*, 199(1), 45–56. <https://doi.org/10.1177/0022057419843523>
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., Ridwan, A., Suryani, E., & Nurlitiani, A. (2016). *Keterampilan Abad 21 dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) Project dalam Pembelajaran Kimia*. Universitas Negeri Jakarta.
- Ichsan, I. Z., Sigit, D. V., Miarsyah, M., Ali, A., Arif, W., & Prayitno, T. A. (2019). HOTS-AEP: Higher Order Thinking Skills from Elementary to Master Students in Environmental Learning. *European Journal of Educational Research*, 8(4), 935–942. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.4.935>
- Istiyono, E., Dwandaru, W. S., Setiawan, R., & Megawati, I. (2020). Developing of Computerized Adaptive Testing to Measure Physics Higher Order Thinking Skills of Senior High School Students and its Feasibility of Use. *European Journal of Educational Research*, 9(1), 91–101. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.91>

- Lai, C. (2018). Using Inquiry-Based Strategies for Enhancing Students' STEM Education Learning . *Journal of Education in Science Environment and Health*, 4 (1), 110-117. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jeseh/issue/34933/389740>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *Int. J. Educ. Math. Sci. Technol.*, 1(3), 138–147.
- Llewellyn, D. (2013). *Teaching high school science through inquiry and argumentation*. Corwin A Sage Company.
- Lovet, M. C. (2013). Making exams worth more than the grade. In *Using reflection and metacognition to improve student learning: Across the disciplines, across the academy* (pp. 18–48). Stylus Publishing.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Polya, G. (2004). *How to Solve It*. Princeton University Press.
- Priemer, B., Eilerts, K., Filler, A., Pinkwart, N., Rösken-Winter, B., Tiemann, R., & Zu Belzen, A. U. (2020). A framework to foster problem-solving in STEM and computing education. *Research in Science & Technological Education*, 38(1), 105–130. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1600490>
- Psycharis, S. (2016). The Impact of Computational Experiment and Formative Assessment in Inquiry-Based Teaching and Learning Approach in STEM Education. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 316–326. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9595-z>
- Rachmayati, D. A., Kaniawati, I., & Hernani, H. (2020). Enhancing concept mastery of students through STEM-project in scientific inquiry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1), 012149. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012149>
- Seraphin, K. D. (2014). Where Are You From? Writing Toward Science Literacy by Connecting Culture, Person, and Place. *Journal of Geoscience Education*, 62(1), 11–18. <https://doi.org/10.5408/12-413.1>
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2016). STEM Learning through Engineering Design: Impact on Middle Secondary Students' Interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00667a>
- Sharon, A. J., & Baram-Tsabari, A. (2020). Can science literacy help individuals identify misinformation in everyday life? *Science Education*, 104(5), 873–894. <https://doi.org/10.1002/sce.21581>
- Shieh, R.-S., & Chang, W. (2014). Fostering student's creative and problem-solving skills through a hands on activity. *Journal of Baltic Science Education*, 13(5), 650–661. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.650>
- Simamora, R. E., Saragih, S., & Hasratuddin, H. (2018). Improving Students' Mathematical Problem Solving Ability and Self-Efficacy through Guided Discovery Learning in Local Culture Context. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1). <https://doi.org/10.12973/iejme/3966>
- Suduc, A.-M., Bizoi, M., & Gorghiu, G. (2015). Inquiry Based Science Learning in Primary Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 205, 474–479. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.09.044>

- Sukowati, D., Rusilowati, A., & Sugianto, S. (2017). Analisis kemampuan literasi sains dan metakognitif peserta didik di Semarang. *Physic Communication*, 1(1), 16–22.
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-Stem Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Syahmani, S., Hafizah, E., Sauqina, S., Adnan, M. Bin, & Ibrahim, M. H. (2021). STEAM Approach to Improve Environmental Education Innovation and Literacy in Waste Management: Bibliometric Research. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*, 3(2), 130–141. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v3i2.12782>
- Syahmani, S., Kusasi, M., & Najmiati, I. (2021). Validity of teaching materials for environmentally friendly technology products using STEM-based guided inquiry to improve students' scientific literacy competence. *Journal of Physics: Conference Series*, 2104(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2104/1/012019>
- Syahmani, S., Rahmatilah, J., Winarti, A., Kusasi, M., Iriani, R., & Prasetyo, Y. D. (2022). Development of Guided Inquiry Lesson Based on Ethnoscience E-Modules to Improve Students' Problem-solving Ability in Chemistry Class. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(4), 670–682. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v3i4.363>
- Tatar, N. (2012). Inquiry-based science laboratories: An analysis of preservice teachers' beliefs about learning science through inquiry and their performances. *J. Balt. Sci. Educ*, 11(3), 248–266.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072–1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Yuliati, Y. (2017). Literasi Sains Dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 3(2), 21–28. <https://doi.org/10.31949/jcp.v3i2.592>