

Tersedia secara online di

**Jurnal Tadris IPA Indonesia**Beranda jurnal : <http://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii>

Artikel

**Pengembangan Modul Fotosintesis Berbasis IPA Terpadu  
untuk Melatih Keterampilan Proses Sains pada Mahasiswa Tadris IPA  
UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember**Rafiatul Hasanah<sup>1\*</sup>, Laily Yunita Susanti<sup>2</sup>, Dinar Maftukh Fajar<sup>3</sup><sup>1,2,3</sup> UIN Kiai Haji Achmad Siddiq, Jember*\*Corresponding Address: rafiatul.hs@uinkhas.ac.id***Info Artikel**

Riwayat artikel:

Received: 3 Januari 2024

Accepted: 26 Maret 2024

Published: 31 Maret 2024

**Kata kunci:**Modul Fotosintesis Berbasis  
IPAKeterampilan Proses Sains  
Mahasiswa Tadris IPA**ABSTRAK**

Pembelajaran IPA pada tingkat SMP/ MTs seharusnya diajarkan secara integratif terpadu agar dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas pembelajaran, minat, dan motivasi peserta didik, serta beberapa kompetensi dapat dicapai sekaligus. Selain itu, pembelajaran IPA juga harus diajarkan berdasarkan hakikat sains (produk, proses dan nilai). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan modul IPA Terpadu yang melatih keterampilan proses sains pada materi fotosintesis yang valid dan efektif. Jenis penelitian ini adalah *research and development* (R&D) menggunakan model dari Borg & Gall yang dimodifikasi, dengan menghasilkan produk berupa modul. Pengembangan modul ini divalidasi oleh ahli materi dan ahli desain, kemudian dilakukan uji coba awal terbatas pada 6 orang, setelah modul direvisi selanjutnya dilakukan uji coba di lapangan dengan subjek penelitian berjumlah 30 orang yang sedang menempuh mata kuliah biologi dasar, kimia dasar dan fisika dasar. Instrumen penelitian yang digunakan adalah: (1) angket validasi untuk ahli materi dan ahli desain modul, (2) angket respons mahasiswa. Nilai rata-rata hasil validasi modul yang dikembangkan pada komponen kelayakan isi, komponen kelayakan bahasa, dan komponen kelayakan fisik masing-masing adalah 89,29%, 91,67%, dan 84,72%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa modul yang telah dikembangkan layak/valid. Hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa nilai pada komponen penyajian fisik, penyajian konsep, dan penyajian bahasa masing-masing adalah 90%, 75,76%, dan 93,33%. Hal ini menunjukkan bahwa modul termasuk pada kriteria efektif untuk dijadikan sumber belajar mahasiswa yang berbasis IPA terpadu dalam melatih keterampilan proses sains mahasiswa.

**ABSTRACT**

*Science learning at the junior high school or MTs level should be taught in an integrated, integrative manner to increase the efficiency, effectiveness of knowledge, interest, and motivation of students, and several competencies that can be achieved at once. In addition, science learning should also be taught based on the nature of science (product, process, and value). This study aimed to develop an integrated science module that trains science process skills on photosynthesis material that is valid and effective. This type of research is research and development (R&D) using a modified model from Borg & Gall by producing products in the form of modules. Material experts and design experts validated the development of this module, and an initial limited trial was conducted on six people. After the module was revised, field*

---

*trials were conducted with research subjects totaling 30 taking basic biology, basic chemistry, and basic physics courses. The research instruments used were (1) a validation questionnaire for material experts and module design experts and (2) a student response questionnaire. The average values of the developed module validation results on the content feasibility component, language feasibility component, and physical feasibility component are 89.29%, 91.67%, and 84.72%, respectively. These values indicate that the developed module is feasible and valid. The field trial results showed that the scores on the components of physical presentation, concept presentation, and language presentation were 90%, 75.76%, and 93.33%, respectively. This shows that the module is included in the effective criteria for being used as an integrated science-based student learning resource in training students' science process skills.*

---

## PENDAHULUAN

Pendidikan abad 21 diklaim sebagai sarana untuk mempersiapkan generasi bangsa dalam menghadapi revolusi industri 4.0. Pendidikan ini menuntut agar di dalam pembelajaran dapat menyiapkan peserta didik memiliki kemampuan untuk berpikir kritis, kreatif, dan inovatif, keterampilan informasi, interaktif, dan komunikasi, keaksaraan kewarganegaraan, kesadaran global dan keterampilan lintas budaya (Kemendikbud., 2013). Implementasi pendidikan abad 21 wajib diterapkan pada semua mata pelajaran, termasuk dalam pembelajaran IPA.

Ruang lingkup pembelajaran IPA meliputi konsep biologi, kimia, dan fisika. Saat ini konsep tersebut masih diajarkan secara terpisah dan tidak saling berkaitan pada satu pokok bahasan. Hal ini dikarenakan pembelajaran IPA masih dianggap sebagai suatu disiplin ilmu bukan sebagai *integrative science* (Waluyo dan Parmin, 2014). Pembelajaran IPA seharusnya diajarkan secara integratif terpadu agar dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas pembelajaran, minat, dan motivasi peserta didik, serta beberapa kompetensi dapat dicapai sekaligus (Depdiknas, 2006). Pelaksanaan pembelajaran IPA juga seharusnya memberikan pengalaman langsung agar peserta didik dapat membangun pengetahuannya sendiri dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam sesuai standar isi mapel IPA di SMP/MTs.

Pengalaman belajar yang dapat dikembangkan di antaranya merancang dan membuat suatu karya melalui penerapan konsep IPA dalam keterpaduannya yang diwarnai metode ilmiah, sikap ilmiah, dan komunikasi ilmiah. Kemampuan berpikir, bekerja, dan bersikap ilmiah serta berkomunikasi secara ilmiah adalah aspek penting dari kecakapan hidup pada abad 21 (Listyawati, 2012). Pengalaman belajar ini dapat menggunakan keterampilan proses sains (KPS). KPS adalah metode ilmiah yang di dalamnya melatih peserta didik untuk menemukan sesuatu melalui langkah-langkah eksperimen dan percobaan (Hartati et al., 2022). KPS memiliki 2 macam yaitu KPS dasar (basic skills) dan KPS terintegrasi (integrated skills), dimana KPS dasar wajib dimiliki terlebih dahulu sebelum menerapkan KPS yang terintegrasi (Nilamsari dan Indah., 2022).

Berdasarkan hasil wawancara dengan ketua program studi Tadris IPA FTIK UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember menyampaikan bahwa salah satu profil lulusan dari prodi ini adalah mencetak tenaga pendidik IPA di SMP/MTs. Salah satu hal yang dapat mendukung tercapainya profil tersebut adalah dengan menyediakan sebuah bahan yang berisi materi tentang konsep IPA secara terpadu dan menekankan keterampilan proses dalam memahami konsep IPA. Hal selaras juga disampaikan oleh mahasiswa Tadris IPA (UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember) bahwa dibutuhkan contoh bahan ajar yang memuat konsep IPA secara terpadu, karena saat menempuh sekolah menengah pertama konsep IPA diajarkan secara terpisah. Hasil observasi di beberapa sekolah menengah pertama di Jember masih banyak guru yang mengajar IPA berasal dari latar belakang pendidikan biologi, kimia atau fisika.

Salah satu topik yang memiliki keterpaduan yang kompleks ditinjau dari konsep biologi, kimia ataupun fisika adalah fotosintesis. Pada konsep biologi, fotosintesis diajarkan pada 2 tahapan reaksi yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Gelombang elektromagnetik dan efek fotolistrik dapat dikaitkan dengan kajian fisika modern, gugus fungsi dari senyawa klorofil, reaksi reduksi oksidasi (redoks) dan persamaan reaksi fotolisis air dapat dikaitkan dengan kajian kimia. Keterpaduan dalam menjelaskan proses fotosintesis ini akan membangun pemahaman tersebut secara lengkap dan utuh (holistik).

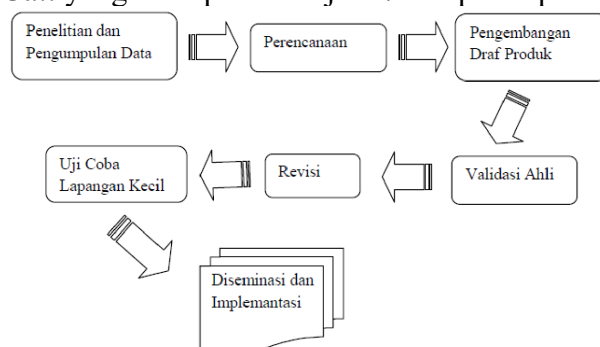
Beberapa penelitian tentang pengembangan bahan ajar IPA terpadu dalam menumbuhkan keterampilan proses sains sudah banyak dilakukan (Kalemben, Rumahorbo, Siallagan., 2018; Waluyo dan Parmin, 2014; Dewi, Sarwanto dan Prayitno, 2014; Nikmah, Zahriannah dan Jalil, 2023). Penelitian-penelitian tersebut membahas materi IPA yang ada di SD dan SMP, serta bahan ajar yang dikembangkan adalah panduan praktikum atau LKPD. Perbedaan dengan penelitian ini ada pada bahan ajar berupa modul yang di dalamnya memuat konsep lebih lengkap dan utuh (holistik) seperti yang telah diuraikan di atas, serta terdapat fitur aktivitas keterampilan proses sains (KPS) karena ditujukan pada mahasiswa prodi Tadris IPA. Melalui modul ini, diharapkan mahasiswa dapat memiliki pengetahuan dan gambaran tentang bagaimana seharusnya IPA diajarkan secara terpadu di tingkat SMP/ MTs, tanpa mengurangi hakikat IPA itu sendiri yang didapatkan melalui serangkaian metode ilmiah yang dilatih di aktivitas KPS yang ada di modul tersebut.

### Novelty

Pengembangan yang dilakukan adalah pengembangan bahan ajar berupa modul IPA pada materi fotosintesis yang dikaji lebih lengkap dan detail karena dikaji secara terpadu yaitu dari konsep biologi, kimia dan fisika. Dalam pengembangan ini selain untuk memberikan pengetahuan konsep fotosintesis juga dilatih keterampilan proses sains (KPS). Adapun pengembangan ini ditujukan pada tingkat mahasiswa yang menempuh mata kuliah Biologi Dasar, Kimia Dasar, dan Fisika Dasar pada mahasiswa semester II di Program Studi Tadris IPA Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember.

### METODE

Model penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Research and Development* dengan model *Borg and Gall* yang diadaptasi menjadi 7 tahapan seperti dalam gambar berikut:



**Gambar 1.** Model Borg and Gall yang diadaptasi menjadi 7 tahapan  
(Sumber: Borg and Gall., 2007)

Pengembangan modul fotosintesis berbasis IPA Terpadu dalam melatih keterampilan proses sains dilakukan melalui 7 tahapan. Tahapan pertama diawali dengan studi pendahuluan yang meliputi analisis masalah dan kebutuhan, analisis konsep, dan analisis peserta didik. Tahap kedua yaitu perencanaan yaitu menetapkan kompetensi dasar dan merumuskan tujuan

pembelajaran, serta merumuskan objek dan tim validator. Tahap ketiga yaitu pengembangan draft modul, dimana dalam pengembangan modul terdiri dari 4 kriteria: (1) desain fisik, (2) desain teks, (3) desain visual, dan (4) komponen isi. Pembuatan desain fisik, meliputi sampul luar/cover dan ukuran halaman; desain teks meliputi beberapa unsur antara lain ukuran dan jenis huruf, spasi teks dan lebar paragraph; desain visual berisi tentang penggunaan warna baik background atau teks, gambar dan ilustrasi; selanjutnya komponen isi yang meliputi pengantar, daftar isi, posisi modul dalam seluruh rangkaian pembelajaran IPA Terintegrasi pada Mata Kuliah (MK) Biologi Dasar, Kimia Dasar dan Fisika Dasar, peta konsep gabungan konsep secara terpadu, kegiatan belajar berupa fitur atau aktivitas kegiatan yang melibatkan rangkaian keterampilan proses sains baik dasar ataupun secara terpadu, integrasi materi dengan ayat suci Alquran, penutup dan daftar Pustaka. Tahap keempat yaitu melakukan validasi desain modul pada tim validator (ahli dan media). Tahap kelima melakukan revisi desain modul sesuai dengan saran dan masukan dari tim validator. Tahap keenam melakukan uji coba skala kecil sebagai uji coba terbatas, dimana subjek ujicoba skala kecil ini berjumlah 6 orang mahasiswa yang dipilih secara acak dari kelas IPA. Hasil ini hanya untuk melihat keterbacaan dari modul yang telah direvisi. Hasil dari tahap ini berupa saran, komentar dan masukan terhadap modul dan menyatakan bahwa modul mudah dibaca karena bahasa yang digunakan mudah untuk dipahami. Tahap ketujuh yaitu implementasi pada uji coba skala lebih luas, dengan menggunakan jumlah responden sebanyak 30 orang dari seluruh mahasiswa Tadris IPA yang menempuh semester II. Data yang diperoleh berupa respons mahasiswa dilihat dari beberapa kriteria yaitu penyajian fisik, konsep dan bahasa.

Uji coba dilakukan 2 kali yaitu skala kecil sebagai uji coba terbatas dan skala besar sebagai uji coba lapangan. Uji coba terbatas dilakukan pada 6 mahasiswa, sedangkan uji coba lapangan dilakukan pada 30 mahasiswa yang merupakan mahasiswa prodi Tadris IPA semester II yang menempuh mata kuliah biologi dasar, kimia dasar dan fisika dasar (IPA Dasar). Jika jumlah populasi adalah 30 orang, maka dapat digunakan sebagai sampel jenuh karena kurang dari 100 (Arikunto, 2012)

Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen angket (kuesioner) yang terdiri dari instrumen angket validasi dan instrumen angket respons. Instrumen angket validasi dan respons diadaptasi dari instrumen BSNP (2014) yang berisi 3 komponen yaitu komponen kelayakan isi/materi, penyajian/kegrafisan dan bahasa. Validasi modul dilakukan oleh 2 orang validator yaitu ahli materi dan ahli desain media pembelajaran.

Teknik analisis data berupa skor hasil pengisian angket dianalisis secara kuantitatif menggunakan skala Likert 1-4 untuk instrumen angket validasi dan skala Guttman 0-1 untuk instrumen angket respons. Data berupa masukan, saran dan komentar dianalisis secara kualitatif menggunakan narasi deskriptif.

Berdasarkan hasil penilaian validator, skor validasi kemudian dianalisis secara deskriptif menggunakan rumus dan persentase sesuai kriteria yang telah ditetapkan (Riduwan, 2013) yang menyampaikan bahwa modul layak/valid untuk digunakan jika interprestasinya  $\geq 71\%$ . Rumus dan kriteria disampaikan sebagai berikut:

Skor Kriteria = Skor tertinggi tiap aspek x jumlah aspek x jumlah validator

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Skor kriteria}} \times 100\%$$

**Tabel 1.** Kriteria skala validitas modul

Skala Penilaian	Pernyataan
1	Kurang baik
2	Cukup baik
3	Baik
4	Sangat baik

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Skor Kelayakan Penilaian modul IPA

Skor (%)	Kriteria Interpretasi
25-40	Tidak valid
41-55	Kurang valid
56-70	Cukup valid
71-85	Valid
86-100	Sangat valid

Analisis respons mahasiswa terhadap modul IPA terpadu pada materi fotosintesis dilakukan secara deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh dapat dihitung persentasenya dengan menggunakan rumus dan persentase sesuai kriteria yang telah ditetapkan (Riduwan, 2013) yang menyampaikan bahwa interpretasi respons dikatakan efektif jika persentase mencapai  $\geq 75\%$  seperti dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah mahasiswa menjawab ya}}{\text{Jumlah seluruh mahasiswa}} \times 100\%$$

Tabel 3. Kriteria Interpretasi Skor Respons mahasiswa

Skor (%)	Kriteria Interpretasi
0-48	Tidak efektif
49-61	Kurang efektif
62-74	Cukup efektif
75-87	Efektif
88-100	Sangat efektif

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pengembangan berupa modul ini menghasilkan modul dengan tampilan dan fitur yang dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Tampilan dan fitur modul fotosintesis berbasis IPA Terpadu dalam melatih keterampilan proses sains

No.	Tampilan dan Fitur Modul	Deskripsi
1	<p style="text-align: center;"><b>STANDAR KOMPETENSI DAN KOMPETENSI DASAR MATERI FOTOSINTESIS</b></p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;"><b>STANDAR KOMPETENSI</b></p> <p style="text-align: center;">Mahasiswa dapat menjelaskan keterkaitan antara konsep-konsep pada materi fotosintesis dengan reaksi-reaksi kimia, gugus fungsi, dan gelombang elektromagnetik.</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>KOMPETENSI DASAR</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed red; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;"><b>BIOLOGI</b></p> <p>Mahasiswa dapat mengkomunikasikan pemahaman tentang konsep fotosintesis dan faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitasnya</p> </div> <div style="border: 1px dashed green; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;"><b>FISIKA</b></p> <p>Mahasiswa dapat menjelaskan pengertian gelombang elektromagnetik dan intensitas gelombang elektromagnetik.</p> </div> <div style="border: 1px dashed orange; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;"><b>KIMIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Mahasiswa dapat menjelaskan pengertian reaksi reduksi dan oksidasi</li> <li>❖ Mahasiswa dapat menjelaskan penggolongan gugus fungsi</li> </ul> </div> </div>	<p>Berisi tentang Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar dari bidang biologi, fisika dan kimia yang dapat dicapai bersama</p>

<p>2</p>	<p style="text-align: center;"><b>Anabolisme Karbohidrat (Fotosintesis)</b></p> <p>Ingatlah Anda tentang metabolisme karbohidrat? Metabolisme karbohidrat terdiri dari 2 macam, yaitu anabolisme dan katabolisme. Pada bagian anabolisme karbohidrat, kita mendiskusikan materi Fotosintesis sebagai materi yang representatif untuk dikaji dari segi bidang ilmu Biologi, Kimia, dan Fisika. Materi Fotosintesis memiliki aplikasi yang luas dalam kehidupan makhluk hidup sehari-hari. Hasil fotosintesis berupa gas oksigen dapat dirasakan manfaatnya oleh makhluk hidup untuk melakukan pernapasan. Selain hal tersebut, proses fotosintesis berkaitan dengan reaksi-reaksi kimia, khususnya reaksi redoks. Proses fotosintesis juga berkaitan dengan perpindahan proton dan elektron pada fotosistem yang menjadi kajian ilmu fisika. Untuk memahami lebih dalam mengenai proses fotosintesis, mari kita pelajari bersama materi berikut!</p> <p><b>1. Tumbuhan Sebagai Produsen Biosfer</b></p> <p>Fotosintesis menyediakan makanan hampir bagi seluruh kehidupan di dunia baik secara langsung maupun tidak langsung. Organisme memperoleh senyawa organik yang digunakannya untuk energi dengan satu atau dua cara utama: nutrisi autotrofik atau heterotrofik. Istilah <i>autotrofik</i> (bahasa Yunani, <i>autos</i>, berarti "sendiri", dan <i>tropos</i>, berarti "memberi makan") berarti makhluk hidup yang dapat menyediakan makanan bagi dirinya sendiri, atau dapat dikatakan makhluk hidup yang mempertahankan dirinya tanpa memakan atau menguraikan makhluk hidup lain.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>Tip Membaca</b></p> <p>Ketika membaca materi fotosintesis ini, buatlah sebuah diagram alir yang menunjukkan langkah-langkah dalam fotosintesis.</p> </div>	<p>Berisi pengertian dan konsep fotosintesis berdasarkan kajian biologi</p>																																													
<p>3</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;"><b>Chemistry Corner</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Gugus: Fungsi dalam Klorofil</b></p> <p>Klorofil berdasarkan strukturnya terdiri dari beberapa gugus fungsi. Untuk memahami hal tersebut, perhatikan penjelasan mengenai gugus fungsi turunan alkana berikut!</p> <p>Hidrokarbon adalah senyawa yang hanya tersusun atas unsur karbon dan hidrogen. Senyawa hidrokarbon dibagi menjadi dua berdasarkan bentuk rantai karbonnya, yaitu senyawa hidrokarbon alifatik dan senyawa hidrokarbon aromatik (siklik). Senyawa hidrokarbon alifatik meliputi alkana, alkena, dan alkuna. Sementara itu, hidrokarbon aromatik meliputi golongan benzena dan turunannya. Senyawa hidrokarbon memiliki gugus fungsi tertentu. Gugus Fungsi adalah kedudukan kerangka kimia dalam molekul baru kelompok senyawa dengan gugus fungsi tertentu menunjukkan gejala reaksi yang sama. Sesuai kesamaan gejala reaksi tersebut, maka dapat dikelompokkan pada pengelompokan senyawa seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.</p> <p><b>Tabel 1. Beberapa Contoh Gugus Fungsi Senyawa Hidrokarbon</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Struktur Gugus</th> <th>Rumus Umum</th> <th>Nama IUPAC / trivial</th> <th>Nama Gugus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>R-OH</td> <td>Alkanol / alcohol</td> <td>Hidroksil</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>R-O-R'</td> <td>Alkoksida / alkana</td> <td>Eter</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td>R-C(=O)H</td> <td>Alkanal / aldehid</td> <td>Aldehid</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>R-C(=O)R'</td> <td>Alkanon / keton</td> <td>Karbonyl</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td>R-C(=O)OH</td> <td>Asam alkanoiat / karboksilat</td> <td>Karboksil</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;"><b>Chemistry Corner</b></p> <p><b>Lanjutan Tabel 1</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Struktur Gugus</th> <th>Rumus Umum</th> <th>Nama IUPAC / trivial</th> <th>Nama Gugus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>R-C(=O)OR'</td> <td>Alkil alkanoiat / ester</td> <td>Ester</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td>R-NH2</td> <td>Amina</td> <td>Amin</td> </tr> </tbody> </table> <p>Sumber: (Fessenden, 1996)</p> <p>Sekarang mari kita perhatikan rumus struktur dari klorofil berikut:</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>CHO in chlorophyll a</b> <b>OH in chlorophyll a</b></p> </div> <p>Berdasarkan gambar di samping, dapat diketahui bahwa klorofil memiliki 3 gugus fungsi, di antaranya:</p> <p>A. menunjukkan bahwa klorofil memiliki gugus -C=C- yaitu gugus alkena.</p> <p>B. menunjukkan bahwa klorofil memiliki gugus -CO- yaitu gugus keton atau alkanon, dan</p> <p>C. menunjukkan bahwa klorofil memiliki gugus -COOH yaitu gugus... ester... atau... alkil... alkanoiat.</p> </div> </div>	No.	Struktur Gugus	Rumus Umum	Nama IUPAC / trivial	Nama Gugus	1		R-OH	Alkanol / alcohol	Hidroksil	2		R-O-R'	Alkoksida / alkana	Eter	3		R-C(=O)H	Alkanal / aldehid	Aldehid	4		R-C(=O)R'	Alkanon / keton	Karbonyl	5		R-C(=O)OH	Asam alkanoiat / karboksilat	Karboksil	No.	Struktur Gugus	Rumus Umum	Nama IUPAC / trivial	Nama Gugus	6		R-C(=O)OR'	Alkil alkanoiat / ester	Ester	7		R-NH2	Amina	Amin	<p>Berisi tentang kajian bidang kimia tentang fungsi senyawa klorofil, reaksi redoks dan persamaan reaksi fotosintesis dan reaksi fotolisis air</p>
No.	Struktur Gugus	Rumus Umum	Nama IUPAC / trivial	Nama Gugus																																											
1		R-OH	Alkanol / alcohol	Hidroksil																																											
2		R-O-R'	Alkoksida / alkana	Eter																																											
3		R-C(=O)H	Alkanal / aldehid	Aldehid																																											
4		R-C(=O)R'	Alkanon / keton	Karbonyl																																											
5		R-C(=O)OH	Asam alkanoiat / karboksilat	Karboksil																																											
No.	Struktur Gugus	Rumus Umum	Nama IUPAC / trivial	Nama Gugus																																											
6		R-C(=O)OR'	Alkil alkanoiat / ester	Ester																																											
7		R-NH2	Amina	Amin																																											
<p>4</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;"><b>Physics Corner</b></p> <p style="text-align: center;"><b>GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK</b></p> <p>Gelombang Elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat, walau tidak ada medium. Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa karakter yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang, frekuensi, amplitudo, kecepatan. <i>Amplitudo</i> adalah tinggi gelombang, sedangkan <i>panjang gelombang</i> adalah jarak antara dua puncak. <i>Eduktansi</i> adalah jumlah gelombang yang melalui suatu titik dalam satu satuan waktu. <i>Eduktansi</i> tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik adalah konstan, maka satu satuan gelombang dan frekuensinya berbanding terbalik. Semakin panjang suatu gelombang, semakin rendah frekuensinya, dan semakin pendek suatu gelombang, semakin tinggi frekuensinya. Berikut beberapa contoh alat elektronik yang dalam pemakaiannya melibatkan gelombang elektromagnetik:</p> <div style="text-align: center;"> <p>Antena Antena Pemancar Gelombang Radio Penerima</p> </div> <p>Gelombang elektromagnetik lahir sebagai paduan daya imajinasi dan ketajaman akal pikiran berlandaskan keyakinan akan keteraturan dan kerapian aturan-aturan alam.</p> <p>Hasil-hasil percobaan yang mendahulainya telah mengungkapkan tiga aturan gejala ke-listrikan.</p> <table border="0" style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Hukum Coulomb</td> <td>Muatan listrik menghasilkan medan listrik yang kuat.</td> </tr> <tr> <td>Hukum Biot-Savart</td> <td>Aliran muatan (arus) listrik menghasilkan medan magnet di sekitarnya.</td> </tr> <tr> <td>Hukum Faraday</td> <td>Perubahan medan magnet (B) dapat menimbulkan medan listrik (E).</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;"><b>Physics Corner</b></p> <p style="text-align: center;"><b>INTENSITAS GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK</b></p> <p>Energi rata-rata per satuan luas yang dirambatkan oleh gelombang elektromagnetik disebut dengan <b>intensitas gelombang elektromagnetik</b>. Intensitas tersebut sebanding dengan harga maksimum medan magnet (B) dan sebanding pula dengan harga maksimum medan listriknya (E).</p> <div style="text-align: center;"> <p>Gambar Hubungan Medan Listrik dan Medan Magnet</p> </div> <p>Kedua medan listrik dan medan magnet tersebut saling tegak lurus, merambat kearah sumbu X.</p> <p>Kedua gelombang tersebut dapat dituliskan menjadi:</p> <math display="block">E = E_0 \sin(kx - \omega t)</math> <math display="block">B = B_0 \sin(kx - \omega t)</math> <p>Intensitas gelombang elektromagnetik dituliskan menjadi:</p> <math display="block">I = \frac{E \cdot B}{\mu_0}</math> <math display="block">I = \frac{E_0 \cdot B_0}{\mu_0} \sin^2(kx - \omega t)</math> </div> </div>	Hukum Coulomb	Muatan listrik menghasilkan medan listrik yang kuat.	Hukum Biot-Savart	Aliran muatan (arus) listrik menghasilkan medan magnet di sekitarnya.	Hukum Faraday	Perubahan medan magnet (B) dapat menimbulkan medan listrik (E).	<p>Berisi tentang gelombang elektromagnetik dan intensitas gelombang elektromagnetik dalam kajian bidang fisika.</p>																																							
Hukum Coulomb	Muatan listrik menghasilkan medan listrik yang kuat.																																														
Hukum Biot-Savart	Aliran muatan (arus) listrik menghasilkan medan magnet di sekitarnya.																																														
Hukum Faraday	Perubahan medan magnet (B) dapat menimbulkan medan listrik (E).																																														

<p>5</p>	<div data-bbox="555 203 978 416"> <p><b>Membuat Tabel</b></p> <p>Asahlah Keterampilanmu</p> <p>Agar kamu lebih mudah memahami perbedaan reaksi terang dan reaksi gelap. Sekarang buatlah tabel perbedaan antar keduanya bila ditinjau dari tempat terjadinya, bahan yang diperlukan, dan hasil.</p> </div> <div data-bbox="539 450 978 824"> <p><b>6. Faktor-faktor yang mempengaruhi fotosintesis:</b></p> <p>a. Faktor luar</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Cahaya: yang berpengaruh ialah intensitas, kualitas, dan lama pencahayaan. Kenaikan intensitas akan menaikkan kecepatan fotosintesis sampai pada intensitas tertentu.</li> <li>2) Temperatur: temperatur optimum terjadi sekitar 35°C.</li> <li>3) H<sub>2</sub>O: berpengaruh dalam membuka dan menutupnya stomata.</li> <li>4) O<sub>2</sub>: dalam jumlah yang besar akan menghambat fotosintesis karena O<sub>2</sub> bukan substrat (bahan) fotosintesis.</li> <li>5) CO<sub>2</sub>: dalam jumlah besar akan menyebabkan kecepatan fotosintesis berkurang karena meningkatnya jumlah CO<sub>2</sub> menyebabkan naiknya temperatur sehingga kecepatan fotosintesis berkurang.</li> <li>6) Tinaras hars: diperlukan untuk sintesis klorofil</li> </ol> </div> <div data-bbox="826 546 991 813"> <p>Asahlah Keterampilanmu</p> <p><b>Prediksi</b></p> <p>Bagaimana kalau energi cahaya matahari diganti dengan cahaya lampu? Dapatkah fotosintesis tetap berlangsung?</p> </div> <div data-bbox="533 864 651 920"> <p>Guided Experimen</p> </div> <div data-bbox="684 835 935 960"> <p><b>AKTIVITAS 3</b></p> <p><b>FOTOSINTESIS</b></p> </div> <div data-bbox="533 958 967 1099"> <p><b>Tujuan</b></p> <p>a. <b>Produk:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menyatakan arti dengan kata-kata lain tentang faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi fotosintesis.</li> </ol> <p>b. <b>Proses:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Menyelidiki pengaruh cahaya terhadap pembentukan amilum/pati pada proses fotosintesis.</li> </ol> </div> <div data-bbox="533 1115 967 1350"> <p><b>Tujuan</b></p> <p>Membuktikan bahwa di dalam fotosintesis cahaya dibutuhkan.</p> <p><b>Rumusan Masalah</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><b>Hipotesis</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div>	<p>Berisi tentang fitur keterampilan proses sains dasar dan terpadu</p>
<p>6</p>	<div data-bbox="580 1368 943 1408"> <p><b>FORUM KAJIAN ISLAM DAN SAINS TEKNOLOGI</b></p> </div> <div data-bbox="580 1442 746 1666"> <p>Allah menciptakan segala sesuatu yang ada di dunia ini dengan sangat terencana. Matahari dalam pandangan sains merupakan sumber energi utama untuk mendukung kehidupan. Manusia mendapatkan energi untuk hidup dari matahari secara tidak langsung melalui tumbuhan atau hewan lain. Tumbuhan berklorofil menghasilkan makanannya sendiri melalui proses fotosintesis dengan bantuan energi dari matahari. Energi dari matahari tersebut disimpan dalam senyawa-senyawa organik yang merupakan sumber makanan bagi makhluk hidup lain. Allah SWT berfirman dalam QS. Yasin ayat 79-80:</p> </div> <div data-bbox="751 1447 951 1588"> </div> <div data-bbox="580 1682 943 1787"> <p>قُلْ يُحْيِيهَا الَّذِي أَنشَأَهَا أَوَّلَ مَرَّةٍ وَهُوَ بِكُلِّ خَلْقٍ عَلِيمٌ الَّذِي جَمَلَ لَكَ مِنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أُنْتَبِتَتْهُ نُورًا</p> </div>	<p>Berisi tentang konsep fotosintesis dengan ayat suci Alquran</p>

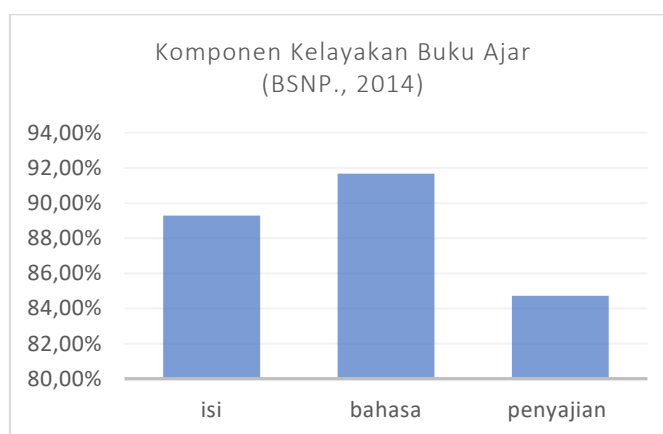
Penilaian kelayakan/kevalidan modul fotosintesis berbasis IPA Terpadu dalam melatih keterampilan proses sains dilakukan dengan menggunakan angket yang diisi oleh tim ahli sebagai validator. Validator tersebut meliputi tim ahli materi dan ahli media. Angket validasi

menggunakan aturan penetapan kelayakan buku ajar BSNP (2014) yang meliputi komponen kelayakan isi, penyajian dan bahasa. Hasil uji validasi oleh pakar disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil uji validasi modul fotosintesis berbasis IPA Terpadu dalam melatih keterampilan proses sains

No	Validator	Skor			Rata-rata
		Isi	Bahasa	Penyajian	
1	Ahli materi	3,86	3,58	3,44	3,62
2	Ahli desain media	3,28	3,67	3,33	3,42

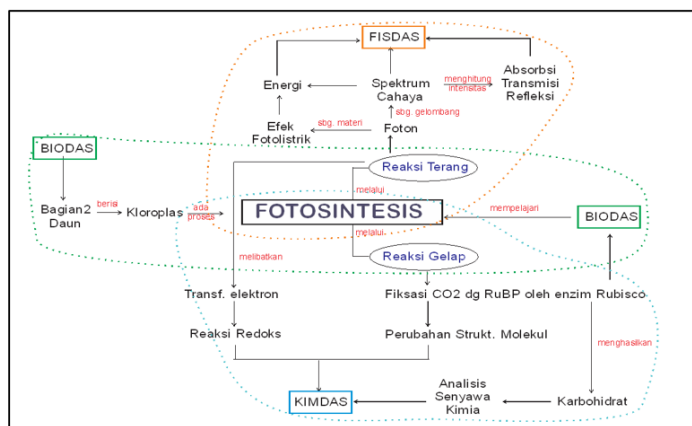
Berdasarkan tabel tersebut, dapat diperoleh rata-rata yaitu 3,52 yang artinya masuk pada kriteria baik. Rata-rata ini kemudian dihitung persentase skornya dan didapatkan rata-rata seperti dalam Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik persentase hasil validasi kelayakan modul

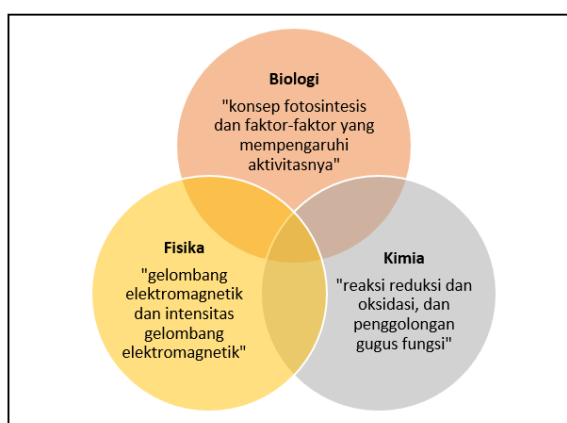
Grafik ini menunjukkan bahwa baik komponen kelayakan isi mendapatkan 89,29%, komponen bahasa 91,67% dan komponen penyajian/kegrafisan 84,72%. Ketiga komponen tersebut menunjukkan persentase lebih dari 71%, berdasarkan Riduwan (2013) interpretasi dari kriteria modul tersebut masuk pada kriteria layak/valid. Hal ini karena konsep fotosintesis yang dihadirkan dalam modul lengkap dan utuh ditinjau dari biologi, kimia dan fisika. Serta banyak fitur kegiatan yang melatih keterampilan proses sains mahasiswa (contoh fitur KPS yang ada dalam modul antara lain: pemrediksian, perhitungan, pembuatan tabel, perhitungan redoks, mengajukan rumusan masalah, mengembangkan hipotesis, pengontrolan variabel, perumusan definisi variabel, menginterpretasi data, dan penarikan kesimpulan) sehingga dalam setiap sub materinya mahasiswa mampu menemukan pemahamannya sendiri secara mendalam. Tipe keterpaduan dalam modul ini termasuk tipe connected model. Menurut Fogarty (dalam Priscilio dan Anwar., 2019) menyampaikan bahwa model keterhubungan (connected) memiliki karakteristik yaitu menghubungkan konsep yang satu dengan yang lain yang masih dalam satu lingkup bidang studi. Bentuk keterhubungan konsep fotosintesis dari kajian biologi, kimia dan fisika dapat dilihat dalam gambar peta konsep di Gambar 3.





Gambar 3. Peta konsep keterhubungan materi fotosintesis

Berdasarkan keterhubungan ini, maka penyusunan materi fotosintesis dapat disusun menjadi lebih sederhana seperti Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Keterhubungan materi fotosintesis dari beberapa kajian ilmu yang sebidang (IPA)

Bentuk keterpaduan ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas, karena dapat mencapai beberapa kompetensi dalam satu waktu dari beberapa kajian di bidang biologi, kimia dan fisika. Keterpaduan dalam modul ini juga didukung oleh fitur kegiatan keterampilan proses sains. Hal selaras disampaikan (Ridyah dan Sriyati, 2016) bahwa pembelajaran IPA yang menggunakan tipe connected dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Berdasarkan hasil uji coba skala kecil didapatkan beberapa saran dan masukan yang disajikan di Tabel 6.

Tabel 6. Saran dan Masukan di Uji Coba Skala Kecil/terbatas

No.	Komentar Mahasiswa
1	Bahasa yang digunakan mudah dipahami, namun penampilan kurang menarik untuk kalangan SMP/MTs sehingga sebaiknya sedikit ditambahkan animasi yang berkaitan dengan materi
2	Terdapat animasi kartun untuk mempermudah penyampaian siklus fotosintesis sehingga mahasiswa lebih mudah paham siklus tersebut
3	Bahasa yang digunakan mudah dipahami, penyajian materi sangat baik, dan adanya gambar-gambar dapat membuat pembaca lebih tertarik

4	Jenis dan warna huruf pada fitur keterampilan proses sains lebih diperhatikan karena kurang jelas
5	Model yang digunakan untuk mengintegrasikan konsep pada materi fotosintesis dengan bidang kimia dan fisika sudah baik dan mudah dipahami sehingga membantu mengembangkan pengetahuan IPA secara terpadu
6	Sebaiknya dikaitkan dengan ayat suci Alquran untuk memberi pemahaman keagungan Allah dalam konsep ini dan sebagai ciri khas modul pembelajaran IPA yang digunakan dalam PTKIN

Saran dan masukan ini didapatkan saat uji coba skala kecil/terbatas untuk melihat keterbacaan modul. Selanjutnya dilakukan revisi sesuai dengan saran dan masukan di atas. Pada tahap setelah revisi, maka modul digunakan untuk uji coba skala yang lebih besar untuk melihat keefektifan modul dilihat dari komponen konsep, penyajian/kegrafisan, dan bahasa. Hasil rekapitulasi dari uji coba skala besar didapatkan nilai seperti di Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil angket respons mahasiswa terhadap modul fotosintesis berbasis IPA Terpadu dalam melatih keterampilan proses sains

No	Komponen Penilaian	Nilai Persentase (%)	Kriteria
1	Penyajian/fisik	90	Sangat efektif
2	Konsep	75,76	Efektif
3	Bahasa	93,33	Sangat efektif

Berdasarkan tabel hasil angket respons mahasiswa yang terdiri dari komponen penyajian/fisik, konsep dan bahasa, didapatkan nilai pada komponen penyajian fisik dan bahasa yaitu 90%, dan 93,33% masuk pada kriteria sangat efektif, sementara pada komponen penilaian konsep yaitu 75,76% masuk pada kriteria efektif. Berdasarkan penilaian dari keseluruhan aspek, didapatkan rata-rata sebesar 86,33% yang masuk pada kriteria efektif, yang berarti efektif dalam menunjang pembelajaran IPA secara terpadu dan melatih keterampilan proses sains. Hasil penilaian pada aspek bahasa yang tinggi dengan nilai 93,33% dikarenakan bahasa yang digunakan mudah dan tidak menimbulkan makna ganda. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Lestari dan Muchlis, 2021) bahwa bahasa yang lugas dan mudah dipahami dapat mencegah terjadinya perbedaan penafsiran antara penulis dan pembaca. Respons positif untuk semua komponen penilaian menunjukkan bahwa mahasiswa antusias dan tertarik dalam menggunakan modul fotosintesis dengan pendekatan IPA Terpadu. Dengan demikian modul fotosintesis ini dapat digunakan untuk melatih keterampilan proses sains sebagai sumber belajar dalam mata kuliah IPA dasar. Hal ini didukung dalam penelitian (Maulida, 2023) yang menyatakan bahwa respons positif dari siswa sangat tinggi pada bahan ajar yang dikembangkan karena dapat melatih keterampilan proses sains terintegrasi pada materi fotosintesis.

## KESIMPULAN

Pengembangan modul fotosintesis berbasis IPA Terpadu untuk melatih keterampilan proses sains pada mahasiswa Tadris IPA UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember dinyatakan valid dengan rerata skor 88,56% dari tim validator; dan efektif dengan rerata 86,33% dari respons mahasiswa. Keterbatasan penelitian dan pengembangan yang dilakukan hanya terbatas berupa modul IPA terpadu pada materi fotosintesis saja, sehingga perlu direkomendasikan untuk mengembangkan modul IPA terpadu pada materi lain yang kajiannya bisa dilihat dari kajian biologi, kimia dan fisika.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan pada Bapak Dr. A.Suhardi, S.T., M.Pd dan Dr. Wiwin Maisyaroh, M.Si selaku tim validator, serta mahasiswa Tadris IPA FTIK UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang telah banyak membantu dan berperan serta sebagai responden.

**REFERENSI**

- Arikunto, Suharsimi. 2012. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- BSNP. 2014. Standart Penilaian Buku Teks Pelajaran. Diakses di laman <https://telaga.cs.ui.ac.id/BSNP/bahansosialisasi>
- Depdikbud. 2013, *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 66 Tahun 2013 tentang Standar Penilaian Pendidikan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Depdiknas. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi*. Jakarta: Depdiknas.
- Dewi, A. P. 2014. *Pengembangan Modul IPA Terpadu Untuk SMP/Mts Berbasis Eksperimen Pada Tema Fotosintesis Untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains* (Doctoral dissertation, UNS (Sebelas Maret University)).
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. 2007. *Educational research: an introduction (8. utg.)*. AE Burvikovs, Red.) USA: Pearson.
- Hartati, H., Azmin, N., Nasir, M., & Andang, A. 2022. Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) pada Materi Biologi. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(12), 5795–5799. <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i12.1190>
- Kalemben, S., Rumahorbo, B. T., & Siallagan, J. 2018. Pengembangan Modul IPA Terpadu Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains, Minat, Dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Fotosintesis Di Kelas Viii Smp Negeri 9 Jayapura. *Jurnal ilmu pendidikan Indonesia*, 6(3), 62-70.
- Komisia, F., Buku, M. N. I., Tukan, M. B., Londa, D., Bubu, M. I., & Asafa, M. P. 2023. Penguatan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VII SMP Negeri 18 Kupang Melalui Praktikum IPA Terpadu. *Abdimas Galuh: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(2), 1661-1669.
- Kurniasari, D. A. D., Rusilowati, A., & Subekti, N. 2014. Pengembangan buku suplemen IPA terpadu dengan tema pendengaran kelas VIII. *Unnes Science Education Journal*, 3(2).
- Lestari, D. D. dan Muchlis. 2021. "E-LKPD Berorientasi *Contextual Teaching and Learning* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Termokimia". *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*. Vol. 5 (1): hal. 25-33.
- Listyawati, M. 2012. Pengembangan perangkat pembelajaran IPA Terpadu di SMP. *Journal of Innovative Science Education*, 1(1).
- Maulida, R. U., & Yuliani, Y. 2023. Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik E-LKPD Berbasis Guided Inkuiri: Melatihkan Keterampilan Poses Sains Terintegrasi pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 12(3), 724-734.
- Nikmah, F., Zahrinna, A., & Jalil, M. 2023. Praktikum Sederhana Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Proses Sains di MI Al Hikmah Kajen Pati. *Indonesian Journal of Islamic Elementary Education*, 3(1), 1-13.
- Nilamsari, W. P. dan Indah, N. K. 2022. "Implementasi LKPD Elektronik Berbasis Guided Discovery pada Materi Fotosintesis untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi". *Jurnal BioEdu*. Vol. 11 (2): hal. 446-456.
- Novitasari, E, Masykuri, M., dan Aminah, N., S. 2016. Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Terpadu Berbasis Inkuiri Terbimbing Tema Matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Kelas VII SMP/MTs. *Jurnal Inkuiri*. Vol 5, No. 1: 112-121.
- Priscylio, G., & Anwar, S. 2019. Integrasi Bahan Ajar IPA Menggunakan Model Robin Fogarty untuk Proses Pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Pijar MIPA*, 14(1), 1-12.

- Riduwan, S. P. 2016. *Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Ridyah, S. W., & Sriyati, S. 2018. Pembelajaran IPA Terpadu dengan Tipe Connected dengan Model Experiential Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *Jurnal EDUSAINS*, 8 (2), 122–127.
- Waluyo, M. E., & Parmin, P. 2014. Pengembangan panduan praktikum IPA terpadu berbasis inkuiri terbimbing tema fotosintesis untuk menumbuhkan keterampilan kerja ilmiah siswa SMP. *Unnes Science Education Journal*, 3(3).
- Warnoto, T., Hindriana, A. F., & Arip, A. G. 2023. Penggunaan Model Pembelajaran Learning Sequence/Levels of Inquiry Berbasis Praktikum untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Siswa pada Konsep Fotosintesis di Kelas VII SMP Negeri 2 Panyingkiran Kab. Majalengka. *BIO EDUCATIO:(The Journal of Science and Biology Education)*, 8(1).