

BAB III

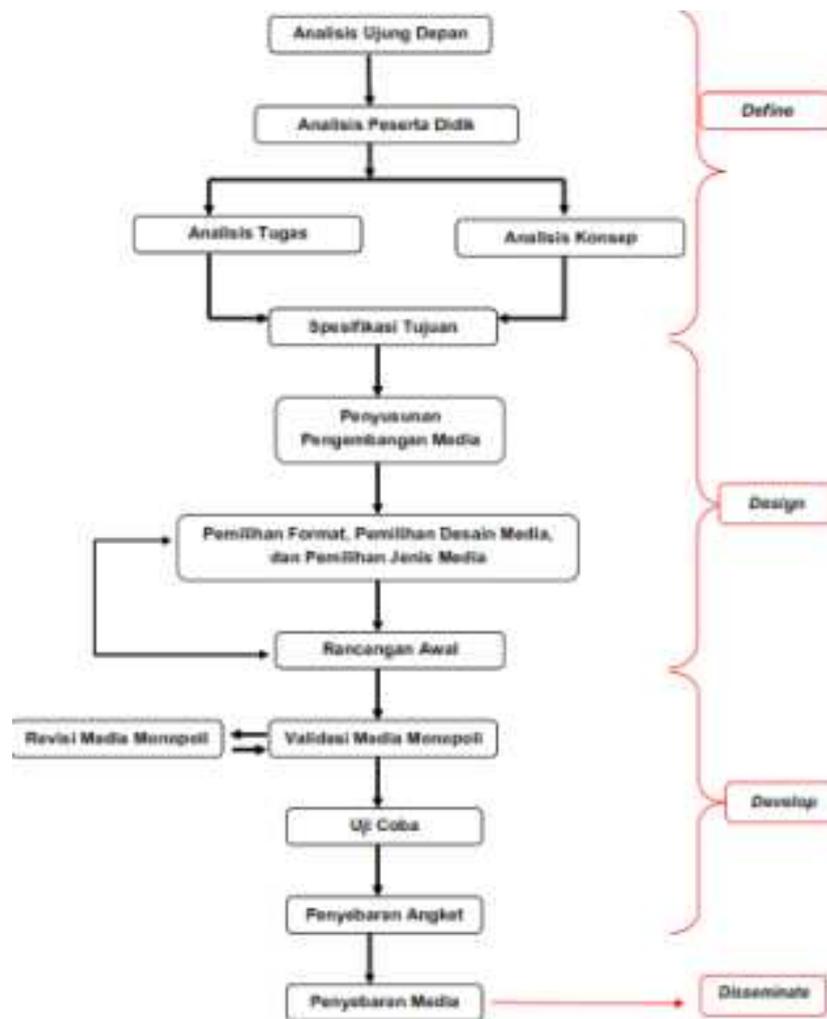
METODE PENELITIAN PENGEMBANGAN

A. Metode Pengembangan

Metode pengembangan menggunakan *research and development* (RnD) dan untuk model pengembangan yang digunakan adalah model 4D, yang merupakan model pengembangan pembelajaran dengan menggunakan berbagai macam jenis media pembelajaran yang sifatnya adalah umum, sehingga dengan beragam jenis media pembelajaran tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai macam jenis media pembelajaran sesuai dengan kebutuhan dan juga inovasi dari masing-masing peneliti (Arkadiantika, dkk., 2019). Adapun urutan dalam langkah kerja penerapan model pembelajaran 4D adalah: *define* (pendefinisian); *design* (perancangan); *develop* (pengembangan); dan *disseminate* (penyebarluasan). Tahapan dalam 4D tepat digunakan dalam pengembangan media pembelajaran monopoli fotosintesis, dikarenakan prosedurnya yang tidak membutuhkan waktu lama dan penerapannya mudah untuk dilakukan.

B. Prosedur Pengembangan

Adapun tahapan dalam pengembangan dan pembuatan produk media pembelajaran monopoli fotosintesis dapat menerapkan modifikasi langkah 4D,, yaitu pada tahap *define* dilakukan analisis berupa tugas dan juga hasil belajar peserta didik terkait materi fotosintesis, lalu setelah diketahui permasalahannya maka langkah selanjutnya adalah memspesifikasikan tujuan dengan membuat *alternative* pengembangan media pembelajaran dimulai dari pemilihan media, kemudian rancangan *design* media, sampai pada validasi beberapa para ahli terkait media pengembangan. Apabila dari hasil validasi terdapat hal yang perlu direvisi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan revisi terhadap produk pengembang. Selanjutnya adalah melakukan uji coba kepada peserta didik dan melalui uji coba ini dilakukan tahapan kuisisioner terkait pendapat peserta didik terhadap pengembangan media yang digunakan, pendapat dari peserta didik ini menjadi deskripsi akan penilaian produk media pembelajaran. Langkah terakhir adalah penyebaran yaitu terkait produk media pengembangan dilakukan langkah *disseminate* kepada para pendidik Biologi lain dan dari langkah ini berbagai pendapat dari para guru dijadikan sebagai deskripsi penilaian terkait media yang dibuat.



Gambar 5. Modifikasi dari Tahapan Pengembangan Perangkat Pembelajaran dari Model 4D (Sutarti dan Irawan, 2017).

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Pada tahap pendefinisian, peneliti dapat menentukan syarat-syarat pengembangan yang akan dilakukan melalui 5 langkah analisis, yaitu analisis ujung depan, analisis kebutuhan belajar peserta didik, analisis tugas yang diberikan pada peserta didik, analisis pemahaman konsep, dan analisis perumusan tujuan dalam pembelajaran.

a. Analisis Ujung Depan

Analisis ujung depan dilakukan dengan langkah menganalisis permasalahan utama yang dihadapi peserta didik dalam pembelajaran di kelas, sehingga dengan adanya analisis seperti ini diharapkan akan didapatkan gambaran alternatif terhadap penyelesaian permasalahan utama yang selanjutnya akan memudahkan langkah untuk proses spesifikasi media pembelajaran yang akan dikembangkan.

Analisis yang dilakukan berupa pencapaian hasil belajar peserta didik pada materi fotosintesis, proses kegiatan belajar di kelas, media pembelajaran yang digunakan oleh guru, serta penggunaan jenis sumber belajar. Dari hasil analisis tersebut maka dapat diketahui apa dan bagaimana spesifikasi media pembelajaran yang seharusnya dikembangkan. Dalam tahapan ini dilakukan dengan pengamatan berupa observasi hasil belajar, wawancara terhadap peserta didik, serta sumber materi pembelajaran. Dari hasil observasi tersebut, didapatkan bahwa rendahnya hasil nilai materi fotosintesis pada peserta didik disebabkan karena adanya faktor kesulitan untuk memahami materi, dikarenakan penjelasan dari guru atau pendidik dianggap tidak tuntas dan peserta didik tidak bisa leluasa untuk bertanya.

Lalu faktor lainnya adalah, proses pembelajaran yang hanya menggunakan metode ceramah dan media *powerpoint* sehingga peserta didik merasa jenuh, disertai dengan materi yang disampaikan dengan menggunakan bahasa asing yang kurang dipahami. Selanjutnya, peserta didik tidak diberikan runtutan ketercapaian tujuan atau urutan pembelajaran, sehingga guru sering menyampaikan materi secara acak dan hal ini membuat peserta didik semakin sulit memahami materi. Terakhir, peserta didik merasa ketidakmerataan akan ketercapaian pemahaman materi antar teman di kelas menjadi jurang pembatas nyata, di mana ketika hanya beberapa peserta didik yang paham akan materi fotosintesis, guru lebih berpusat pada peserta didik yang paham tersebut dan mempersilahkan peserta didik yang paham untuk menjelaskan materi fotosintesis di depan kelas, di mana hal ini dianggap tidak tuntas oleh peserta didik lain, dikarenakan mereka beranggapan bahwa konsep akan materi yang disampaikan bersifat tidak lugas dan bermakna.

Adapun sumber belajar yang diberikan hanya pada materi dari *powerpoint* guru dan untuk mencari jawaban terkait tugas-tugas peserta didik dibebaskan untuk mencari dari sumber manapun. Tentunya ini menjadikan hal yang sulit bagi peserta didik, karena dengan mencari jawaban peserta didik mengandalkan dari sisi *internet* dan banyak variasi jawaban yang berbeda-beda, hal ini membuat peserta didik semakin sulit untuk mencari jawaban sesuai dengan yang dimaksud oleh guru.

b. Analisis Peserta Didik

Analisis ini dilakukan bersamaan dengan analisis ujung depan dengan mempertimbangkan permasalahan yang dihadapi oleh peserta didik dan

kebutuhan media pembelajaran yang tepat agar permasalahan terkait memahami konsep fotosintesis dapat diatasi. Berbagai permasalahan dari segi penyampaian materi yang dianggap tidak tuntas sampai pada tidak adanya arahan pemberian sumber literasi untuk mencari jawaban terkait tugas, maka untuk mengatasi permasalahan tersebut perlunya dikembangkan bahan ajar yang bersifat inovatif dan tentunya bermakna bagi peserta didik, sehingga sesulit apapun materi yang disampaikan akan dengan mudah peserta didik menerima konsep dari materi tersebut. Pada hasil observasi yang telah dilakukan, dari aspek kognitif peserta didik untuk ketercapaian ranah C4 dan C5 belumlah tercapai, untuk mempermudah terkait ketercapaian kognitif peserta didik berdasarkan hasil observasi, dapat dilihat melalui Tabel 1.

Tabel 1. Ketercapaian Kognitif Ranah C4-C5 dengan Materi Fotosintesis

Keterkaitan Kompetensi Kognitif Bloom (Revisi)	Proses Kognitif dan Contohnya
MENGANALISIS – Memecah-mecah materi jadi bagian-bagian penyusunnya dan menentukan hubungan-hubungan antarbagian itu dan hubungan antara bagian-bagian tersebut dan keseluruhan struktur atau tujuan.	
Ranah C3-C5	Indikator
	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan proses anabolisme • Mengidentifikasi perbedaan antara reaksi katabolisme dan anabolisme • Mengidentifikasi anabolisme • Mengidentifikasi rangkaian proses pada fotosintesis secara umum • Mengidentifikasi proses fotosintesis pada berbagai tumbuhan
	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan persamaan kimia melalui reaksi fotosintesis • Memahami faktor –faktor yang dibutuhkan dalam reaksi terang dan gelap • Mengidentifikasi tahapan yang terjadi pada reaksi terang dan gelap • Mengidentifikasi produk yang dihasilkan dari rangkaian reaksi terang dan gelap • Mengidentifikasi keterkaitan struktur stroma dan tilakoid dengan fungsi fotosintesis • Mengidentifikasi perbedaan antara jenis tanaman C3, C4 dan CAM • Mengaitkan jenis tanaman C3, C4 dan CAM dengan morfologi dan anatomi pada berbagai tumbuhan
	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi keterkaitan faktor eksternal (lingkungan) terhadap proses fotosintesis pada berbagai jenis tumbuhan • Mengidentifikasi keterkaitan anatomi organ tumbuhan terhadap proses fotosintesis pada

berbagai jenis tumbuhan

- Mengidentifikasi keterkaitan morfologi organ tumbuhan terhadap proses fotosintesis pada berbagai jenis tumbuhan
-
- Mengklasifikasikan proses fotosintesis yang terjadi pada *lichens*
 - Mengidentifikasi simbiosis yang terjadi pada *lichens* melalui tahapan fotosintesis
 - Mengklasifikasikan proses fotosintesis yang terjadi pada bakteri fotosintesis
 - Menghubungkan jenis pigmen dengan proses fotosintesis pada ganggang hijau.
 - Mengidentifikasi proses fotosintesis yang terjadi pada domba laut
 - Mengidentifikasi keterkaitan simbiosis pada domba laut dalam proses fotosintesis
 - Menghubungkan tingkat trofik domba laut dalam rantai makanan
 - Mengidentifikasi proses fotosintesis yang terjadi pada siput laut
 - Mengidentifikasi keterkaitan simbiosis pada siput laut dalam proses fotosintesis
-
- Mengidentifikasi faktor eksternal dengan fungsi daun dalam proses fotosintesis
 - Mengidentifikasi morfologi daun dengan fungsinya dalam proses fotosintesis
 - Mengklasifikasikan anatomi stroma dan tilakoid dalam proses fotosintesis
 - Mengklasifikasikan anatomi jaringan parenkim pada daun dalam proses fotosintesis
-
- Menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan oleh Sachs
 - Menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan oleh Engelmann
 - Menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan Ingenhousz
-
- Mengklasifikasikan struktur daun sebagai inspirasi teknologi panel surya
 - Mengklasifikasikan morfologi tumbuhan sebagai inspirasi teknologi *charger* surya
 - Menemukan anatomi parenkim daun sebagai inspirasi pembuatan paving
 - Menemukan anatomi sel daun teratai sebagai inspirasi pengembangan kota Lilypad Ecopolis
-

Adapun untuk ranah penilaian **afektif**, beberapa level domain yang diterapkan meliputi: **Menerima Fenomena, menanggapi fenomena, valuing, pengorganisasian, dan nilai internalisasi**. Berdasarkan hal tersebut, afektif terpacu pada bagaimana peserta didik bertindak dan bersosial ke sesama

peserta didik. Di sini peran kolaboratif menjadi hal utama bagaimana sikap peserta didik akan menunjukkan bagaimana karakter dari peserta didik itu sendiri. Saling menghargai pendapat, bebas berpendapat, bahkan menerima evaluasi serta menerapkan sikap yang lebih baik adalah jangka panjang yang akhirnya bisa diaplikasikan peserta didik dalam kehidupan sehari-hari. Ketercapaian afektif pada peserta didik dalam hal observasi untuk menerima fenomena terkait materi fotosintesis sehingga memicu motivasi untuk diskusi kelas dalam hal membahas berbagai proses fotosintesis baik pada tumbuhan, alga, bakteri, maupun hewan dan dikaitkannya dengan struktur pendukung dari anatomi maupun morfologi. Untuk mempermudah terkait standar ketercapaian afektif pada peserta didik, dapat dilihat melalui Tabel 2.

Tabel 2. Matrik Keterkaitan Kompetensi Terpilih dan Kompetensi Krathwohl (Ranah Afektif)

Level	Contoh dan Kata Kunci
<p>Menerima Fenomena:</p> <p>Kesediaan untuk mendengar, memilih perhatian.</p> <p><i>(memiliki keinginan menerima atau memperhatikan (Receiving atau Attending) suatu rangsangan atau stimulus yang diberikan dalam bentuk persoalan, situasi, fenomena, dan sebagainya.)</i></p>	<p>Peserta didik melakukan kegiatan diskusi kelas untuk menjawab tahapan reaksi fotosintesis, hubungan antara struktur organ dengan proses fotosintesis, faktor fotosintesis, fenomena fotosintesis pada makhluk autotrof lainnya.</p>
<p>Menanggapi Fenomena:</p> <p><i>Partisipasi aktif dari pihak peserta didik. hadir dan bereaksi terhadap fenomena tertentu. Hasil belajar dapat menekankan kepatuhan dalam merespons, kemauan untuk merespons, atau kepuasan dalam merespons (motivasi)</i></p>	<p>Peserta didik aktif dalam diskusi kelompok, memberikan penjelasan terkait hasil penemuan.</p>
<p>Valuing:</p> <p><i>Nilai atau nilai seseorang yang melekat pada objek, fenomena, atau perilaku tertentu. Ini berkisar dari penerimaan yang sederhana hingga komitmen yang lebih kompleks. Menilai besaran berdasarkan internalisasi seperangkat nilai-nilai tertentu,</i></p>	<p>Peserta didik menerima dan menghargai pendapat dari teman, serta dapat merefleksikan kekurangan agar pembelajaran selanjutnya menjadi lebih baik.</p>

sementara petunjuk untuk nilai-nilai ini diekspresikan dalam perilaku terbuka pelajar dan sering dapat diidentifikasi.

Pengorganisasian:

Pengorganisasian nilai-nilai menjadi prioritas dengan membandingkan nilai-nilai yang berbeda, menyelesaikan konflik di antara itu, dan menciptakan sistem nilai yang unik.

Penekanannya adalah pada membandingkan, menghubungkan, dan mensintesis nilai-nilai.

Peserta didik dapat mempertanggungjawabkan atas hasil jawaban yang diberikan dan menerima dengan hasil yang diberikan.

Nilai internalisasi (karakterisasi).

Memiliki sistem nilai yang mengontrol perilaku mereka. Tingkah lakunya meresap, konsisten, dapat diprediksi, dan yang paling penting adalah pembelajar. Tujuan instruksional berkaitan dengan pola umum siswa penyesuaian (pribadi, sosial, emosional)

Peserta didik dapat menunjukkan kemandirian saat bekerja dalam kelompok. Mampu menggunakan pendekatan objektif dalam pemecahan masalah terkait pertanyaan fotosintesis. Dan berkomitmen menerapkan sifat ilmiah dalam kehidupan sehari-hari.

Lalu untuk ranah **psikomotorik**, tindakan **mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengkomunikasikan** adalah terkait tindakan peserta didik yang dilakukan terkait dengan proses kognitif itu sendiri. Peserta didik dituntut menjadi lebih aktif dan bukan guru sebagai pusat belajar. Aktifnya peserta didik dalam proses belajar, maka pembelajaran akan menjadi lebih bermakna dan tentunya peserta didik akan lebih mudah memahami penyampaian materi itu sendiri, karena permasalahan dan jawaban atas permasalahan didapatkan melalui proses yang ditempuh oleh peserta didik itu sendiri, dan standar ketercapaian psikomotorik pada peserta didik terhadap materi fotosintesis, dapat dilihat melalui Tabel 3.

Tabel 3. Matrik Keterkaitan Kompetensi Terpilih dan Kompetensi Krathwohl (Ranah Psikomotorik)

Tingkat Psikomotorik	Kata Kerja Operasional
Mengamati	Melihat, menyimak, mencermati mengidentifikasi.
Menanya	menanyakan (secara lisan), menuliskan pertanyaan, mendiskusikan, bertanya jawab.
Mencoba	melakukan percobaan, mencari informasi, membaca studi pustaka.
Menalar	menyimpulkan, menghubungkan, mengasosiasi, mengklasifikasikan, menemukan.
Mengkomunikasikan	Mempresentasikan hasil penemuan terkait jawaban dan hasil diskusi secara berkelompok.

c. Analisis Tugas

Analisis ini dilakukan proses menganalisis yang harus dikuasai peserta didik dalam mencapai kompetensi minimal yang disesuaikan dengan kebutuhan materi dengan cara menjawab setiap pertanyaan yang disediakan melalui media monopoli. Setiap pertanyaan disesuaikan dengan ketercapaian pada silabus Kurikulum 2013 untuk materi fotosintesis terdapat pada Kompetensi Dasar (KD) 2.2. yaitu mendeskripsikan proses katabolisme dan anabolisme karbohidrat. Adapun untuk indikator ketercapaian materinya adalah:

1) Menjelaskan Keterkaitan antara Reaksi Anabolisme dengan Fotosintesis

Terkait konsep anabolisme, maka peserta didik harus mampu menjelaskan proses anabolisme, mengidentifikasi perbedaan antara reaksi katabolisme dan anabolisme, mengidentifikasi anabolisme, mengidentifikasi rangkaian proses pada fotosintesis secara umum, dan mengidentifikasi proses fotosintesis pada berbagai tumbuhan

2) Mengidentifikasi Rangkaian Tahapan pada Proses Fotosintesis

Analisis akan lebih memiliki makna apabila dibuktikan dengan hasil *konkret* reaksi fotosintesis dengan persamaan kimia pada reaksi fotosintesis, memahami faktor –faktor yang dibutuhkan dalam reaksi terang dan gelap,

mengidentifikasi tahapan yang terjadi pada reaksi terang dan gelap, mengidentifikasi produk yang dihasilkan dari rangkaian reaksi terang dan gelap, mengidentifikasi keterkaitan struktur stroma dan tilakoid dengan fungsi fotosintesis, mengidentifikasi perbedaan antara jenis tanaman C3, C4 dan CAM, serta mengaitkan jenis tanaman C3, C4 dan CAM dengan morfologi dan anatomi pada berbagai tumbuhan.

3) Menemukan Hubungan antara Proses Fotosintesis dengan Anatomi dan Morfologi berbagai Jenis Tumbuhan

Perlunya analisis hubungan antara proses fotosintesis dengan struktur dari tumbuhan melalui identifikasi keterkaitan faktor eksternal (lingkungan) terhadap proses fotosintesis pada berbagai jenis tumbuhan, mengidentifikasi keterkaitan anatomi organ tumbuhan terhadap proses fotosintesis pada berbagai jenis tumbuhan, dan mengidentifikasi keterkaitan morfologi organ tumbuhan terhadap proses fotosintesis pada berbagai jenis tumbuhan.

4) Menemukan Hubungan antara Proses Fotosintesis dengan Anatomi dan Morfologi berbagai Jenis Autotrof

Perlunya analisis mendalam antara kemampuan fotosintesis makhluk autotrof dengan anatomi, morfologi ataupun kemampuan adaptasi terhadap proses fotosintesis dengan mengklasifikasikan proses fotosintesis yang terjadi pada lichens, mengidentifikasi simbiosis yang terjadi pada lichens melalui tahapan fotosintesis, mengklasifikasikan proses fotosintesis yang terjadi pada bakteri fotosintesis, menghubungkan jenis pigmen dengan proses fotosintesis pada ganggang hijau, mengidentifikasi proses fotosintesis yang terjadi pada domba laut, mengidentifikasi keterkaitan simbiosis pada domba laut dalam proses fotosintesis, menghubungkan tingkat trofik domba laut dalam rantai makanan, mengidentifikasi proses fotosintesis yang terjadi pada siput laut, serta mengidentifikasi keterkaitan simbiosis pada siput laut dalam proses fotosintesis.

5) Menemukan Hubungan antara Proses Fotosintesis dengan Anatomi dan Morfologi Daun

Perlunya analisis hubungan antara proses fotosintesis dengan struktur daun pada tumbuhan melalui identifikasi keterkaitan faktor eksternal dengan fungsi daun dalam proses fotosintesis, mengidentifikasi morfologi daun dengan fungsinya dalam proses fotosintesis, mengklasifikasikan anatomi stroma dan tilakoid dalam proses fotosintesis, serta mengklasifikasikan anatomi jaringan parenkim pada daun dalam proses fotosintesis.

6) Menyimpulkan Tujuan dari Percobaan Fotosintesis yang Dilakukan oleh Sachs, Engelmann, dan Ingenhousz

Perlunya analisis hubungan antara percobaan fotosintesis dengan produk yang dihasilkan, melalui menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan oleh Sachs, menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan oleh Engelmann, dan menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan Ingenhousz.

7) Mengklasifikasikan Struktur Anatomi dan Morfologi pada Organ Tumbuhan sebagai Aplikasi dari Penerapan Teknologi Masa Kini

Perlunya analisis hubungan antara struktur pendukung organ tumbuhan dalam perkembangan teknologi yaitu dengan mengklasifikasikan struktur daun sebagai inspirasi teknologi panel surya, mengklasifikasikan morfologi tumbuhan sebagai inspirasi teknologi charger surya, menemukan anatomi parenkim daun sebagai inspirasi pembuatan paving, serta menemukan anatomi sel daun teratai sebagai inspirasi pengembangan kota *Lilypad Ecopolis*.

Berdasarkan analisis ranah kognitif pada silabus, maka sudah dapat dipastikan bahwa rencana pada silabus sudah mengacu pada ketercapaian empat kompetensi dasar abad 21, yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kemampuan komunikasi (*communication*), kreativitas (*creativity*), dan berkolaborasi (*collaboration*).

d. Analisis Konsep

Pada tahap ini dilakukan proses menganalisis pemahaman konsep ketercapaian peserta didik terhadap materi fotosintesis. Beberapa pemahaman yang harus tercapai berdasarkan indikator adalah: peserta didik paham akan perbedaan dari reaksi antara katabolisme dengan anabolisme, memahami alasan keterkaitan antara anabolisme dengan rangkaian reaksi fotosintesis, mengidentifikasi rangkaian proses fotosintesis yang dikaitkan dengan faktor dan produk yang dihasilkan, memahami keterkaitan antara faktor lingkungan dengan adaptasi makhluk dalam melakukan reaksi fotosintesis, memahami daya dukung anatomi dan morfologi organ dalam melakukan proses fotosintesis, dapat menganalisis tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan para ahli, dan aplikasi fotosintesis yang diterapkan dalam bidang teknologi saat ini.

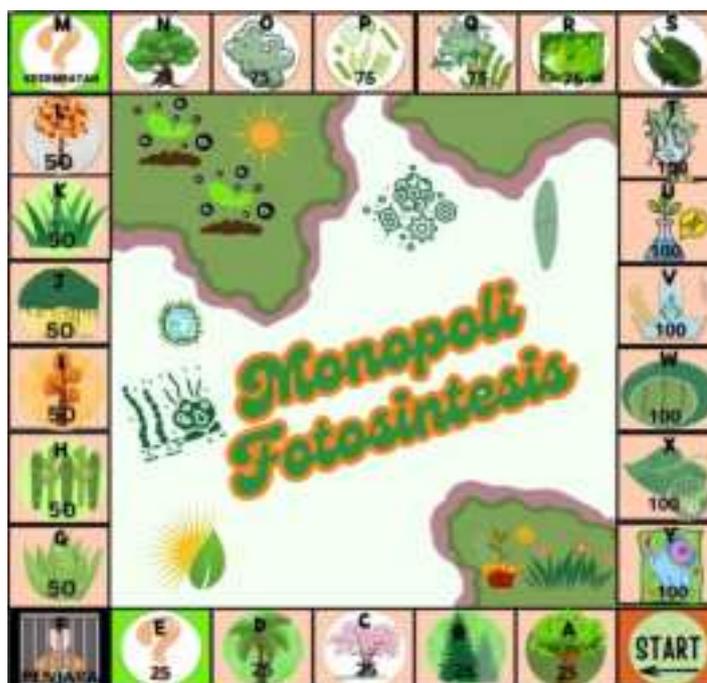
e. Spesifikasi Tujuan

Berdasarkan dari analisis yang ada dibentuk rumusan tujuan pembuatan pengembangan media pembelajaran monopoli fotosintesis yang akan dibuat, sehingga dalam proses pembuatan pengembangan media tersebut berjalan secara terarah dan sesuai dengan apa yang diharapkan dalam menyelesaikan permasalahan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan media pembelajaran monopoli fotosintesis sehingga peserta didik dapat memahami konsep pada materi fotosintesis dengan baik dan tuntas.

2. Tahap Perencanaan (*Design*)

a. Desain Pengembangan

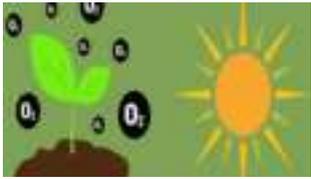
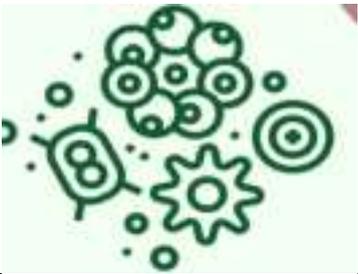
Pengembangan media pembelajaran berupa monopoli pada materi fotosintesis terkhusus untuk kelas XII SMA IPA. Media yang dibuat adalah media awal dan merancang dari awal baik dari desain monopoli, tata cara bermain, komponen permainan, sampai pada adanya soal-soal terkait materi yang wajib untuk dijawab.



Gambar 6. Desain Media Monopoli Fotosintesis

Adapun untuk isi dari desain pengembangan media monopoli fotosintesis ini dan dihubungkan dengan ketercapaian tujuan pembelajaran yaitu fotosintesis adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Komponen Desain Monopoli

Komponen Gambar Monopoli Fotosintesis	Penjelasan, Pertanyaan, dan Jawaban
	<p>Judul dibuat pada bagian tengah dengan font yang mencolok, tujuannya adalah untuk memperjelas bahwa desain yang dibuat dan komponen permainan adalah terkait dengan materi fotosintesis.</p>
 	<p>Desain gambar berupa tumbuhan, hasil fotosintesis dan juga makhluk autotrof lainnya mengisi <i>space</i> judul monopoli untuk mempermudah pemahaman peserta didik bahwa makhluk autotrof tidak hanya tumbuhan tetapi juga melibatkan <i>uniseluler</i> lainnya. Selain itu, adanya oksigen dan pohon identik dengan fotosintesis menghasilkan oksigen dan memerlukan cahaya matahari sebagai sumber energi.</p>
	<p>1. Peristiwa yang merupakan proses anabolisme adalah . . Jawaban :</p> <p>Penyimpanan energi pada proses fotosintesis ataupun juga merupakan rangkaian proses penyusunan dari reaksi karbon anorganik sederhana menjadi glukosa kompleks.</p> <hr/> <p>2. Berikut adalah pernyataan-pernyataan tentang proses metabolisme:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Pengikatan CO₂ untuk diubah menjadi glukosa, (2) Menggunakan oksigen untuk memecah senyawa kompleks, (3) Menyerap energi cahaya untuk diubah menjadi energi kimia, (4) Kemampuan menggunakan karbon dari udara, (5) Proses pengubahan makromolekul menjadi senyawa sederhana. <p>Pernyataan yang merupakan proses anabolisme adalah . . .</p> <p>Jawaban : 1 dan 3</p> <hr/> <p>3. Apakah hal yang pertama kali terjadi pada reaksi terang fotosintesis? Jawaban :</p>

Pembentukan oksigen melalui reaksi fotolisis air.

-
4. Benar atau salah, tanaman Rafflesia tetap dapat melakukan proses fotosintesis secara normal?

Jawaban

Salah

-
1. Air berperan sebagai donor electron pada reaksi siklik fotosintesis

SEBAB

Reaksi siklik fotosintesis menghasilkan ATP, NADPH₂, dan oksigen.



Jawaban :

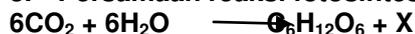
Pernyataan salah, alasan salah.

-
2. Perbedaan yang benar antara fotofosforilasi siklik dan non siklik adalah ...

Jawaban :

Hanya fotofosforilasi siklik yang menggunakan cahaya pada 710nm dan menghasilkan ATP, sedangkan pada fotofosforilasi non siklik menggunakan cahaya 680-710nm dengan menghasilkan H₂O, ATP, dan NADPH₂.

-
3. Persamaan reaksi fotosintesis berikut ini!



X yang dihasilkan pada reaksi fotosintesis tersebut terbentuk pada tahap ...

Jawaban :

Fotolisis dari hasil penguraian H₂O.

-
4. Benar atau Salah, salah satu dampak dari stroma menempel dengan tilakoid pada proses fotosintesis pada tumbuhan akan terjadi pengurangan efisiensi fotosintesis?

Jawaban :

Benar

-
1. Gugurnya daun pada tumbuhan Sakura sehingga ketika awal musim semi hanya muncul bunganya saja, hal ini dikarenakan tumbuhan sakura mengalami hari panjang / pendek / netral?

Jawaban :

Sebelum musim dingin, di Jepang terjadi musim dingin sehingga waktu siang menjadi lebih pendek dan disebut dengan hari pendek, sehingga daun pun berguguran.

-
2. Apakah penyebab bunga sakura mekar di awal musim semi?

Jawaban :

Ketika awal musim semi, tumbuhan sakura merasakan perubahan temperature yang semakin



hangat dan akhirnya bunga bermekaran dalam waktu 1-2 minggu.

3. **Apakah pada saat musim dingin ketika sakura menggugurkan daunnya, dan berhenti melakukan fotosintesis?**

Jawaban :

Saat suhu dingin maka kinerja metabolisme tidak seimbang maka dengan sakura menggugurkan daun dan mengaktifkan *mode* dormansi sampai pada tahap tertentu total melakukan hibernasi.

4. **Benar atau salah, bentuk dan warna bunga sakura di Jepang dan Indonesia berbeda dikarenakan adanya perbedaan iklim dan genetik?**

Jawaban

Salah

1. **Daun merupakan organ tumbuhan yang berperan dalam proses fotosintesis dan transpirasi. Struktur daun yang mendukung kedua peran tersebut adalah . . .**

Jawaban :

Luas pori stomata 30 % dari luas permukaan bawah daun

2. **Pohon kelapa yang identik hidup di pesisir pantai dapat melakukan proses fotosintesis dengan baik, namun apabila kelapa ditanaman di daerah pegunungan, apakah tetap dapat melakukan proses fotosintesis secara maksimal?**

Jawaban :

Jika kelapa ditanaman di daerah pegunungan, maka proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik, hal ini dikarenakan untuk kebutuhan kadar sinar matahari maka kelapa adalah jenis tanaman hari panjang, sedangkan di pegunungan kadar sinar matahari sedikit, selain itu suhu yang berbeda juga dapat menghambat anabolisme pada kelapa.



3. **Kelapa juga rentan terkena infeksi jamur patogen yaitu *Fusarium* sp., dan salah satu cirinya adalah pada daun kelapa terdapat bercak kuning kecoklatan, berdasarkan hal tersebut sebutkan dampak negatif infeksi patogen *Fusarium* sp. terhadap kelapa!**

Jawaban :

Penurunan hasil panen dan kesehatan keseluruhan tanaman kelapa, menyebabkan kerusakan pada jaringan sistem akar, dan mengganggu proses fotosintesis.

4. **Benar atau salah, kelapa sering digunakan**

sebagai bahan pembuatan perabot rumah tangga, karena banyak mengandung karbohidrat kompleks berupa selulosa dan lignin?

Jawaban :
Benar



Berisi kesempatan, yaitu para peserta yang mendapatkan kotak ini, akan diarahkan menuju kartu kesempatan, lalu melempar dadu dan di dalam kartu kesempatan akan disediakan variasi nomor 1 sampai dengan 12. Setiap nomor memiliki pertanyaan bonus yang jika bisa dijawab akan mendapatkan poin 100. Tidak hanya pertanyaan, juga terdapat bonus poin bagi peserta yang beruntung.



Peserta yang menempati kotak PENJARA, diwajibkan untuk berhenti main sementara dan dapat bermain kembali apabila peserta mampu melemparkan dadu di angka 6. Adanya komponen gambar penjara sesuai dengan desain monopoli pada umumnya, dan melalui komponen ini, peserta didik dilatih untuk bersabar dan berusaha semaksimal mungkin agar dapat keluar dari kotak penjara.



1. Berikut adalah proses yang terjadi pada metabolisme:

- (1) Sintesis protein dari asam amino yang melibatkan DNA, RNA, dan ribosom.
- (2) Perubahan molekul glukosa menjadi CO₂ dan H₂O pada respirasi aerob.
- (3) Sintesis lemak dari protein dan karbohidrat melalui ko-enzim A.
- (4) Peristiwa glikolisis yang mengubah glukosa menjadi asam piruvat.
- (5) Reaksi terang yang menghasilkan ATP dan NADPH₂ yang kemudian digunakan untuk pembentukan glukosa.
- (6) Fermentasi alcohol pada mikroorganisme yang menghasilkan energi karena perubahan asam piruvat menjadi asam asetat.

Reaksi yang tergolong anabolisme adalah .

Jawaban :
1, 3, dan 5

2. Tahapan yang dapat ditemukan baik pada proses respirasi (pernapasan intraseluler) maupun fotosintesis adalah . . .

Jawaban :
Transport electron

3. Apa keunikan dari tanaman lidah buaya, dan termasuk dalam jenis tanaman C3 / C4/ CAM?

Jawaban :
lidah buaya termasuk kedalam jenis tanaman CAM, dan keunikannya adalah kemampuan untuk mengambil karbondioksida pada malam hari dan menyimpannya untuk proses fotosintesis pada siang hari ketika stomata ditutup.

4. Benar atau salah, cara reproduksi tanaman lidah buaya adalah dengan cara vegetative alami yaitu rhizome?

Jawaban
Salah

1. Pada tanaman yang melakukan metabolisme asam krasulase, pengikatan CO₂ terjadi di malam hari.

SEBAB

Tanaman yang melakukan metabolisme asam krasulase merupakan sukulenta yang pada umumnya hidup di daerah kering dan panas.

Jawaban :
Pernyataan benar, alasan benar, saling terkait.

2. Apa keunikan dari tanaman kaktus?

Jawaban :
Tanaman CAM memiliki keunikan dalam proses fotosintesis yang berbeda dari tanaman C₃ dan C₄, seperti gerakan stomata, fiksasi karbon dioksida, adaptasi ke kondisi kering, dan proses fiksasi karbon.

3. Apa yang terjadi jika reaksi gelap pada kaktus berubah menjadi tipe C₃?

Jawaban :
Pada jenis tanaman C₃, Fiksasi karbon dioksida langsung dari udara pada siang hari dan menggunakannya untuk proses fotosintesis sehingga stomata akan terbuka di siang hari. Apabila kaktus membuka stomatanya di siang hari sedangkan suhu gurun yang sangat tinggi, tentunya akan meningkatkan laju respirasi dan berdampak pada kematian kaktus.

4. Benar atau salah, yang menyebabkan perbedaan bentuk daun kaktus di



Indonesia dan di Afrika dikarenakan adanya perbedaan faktor fungsi dan lingkungan?

Jawaban

Benar

-
1. Beberapa tumbuhan, termasuk beberapa spesies *Acer plantinoides* memiliki daun berwarna merah tua dan tetap dapat melakukan fotosintesis, hal ini dikarenakan...

Jawaban :

adanya pigmen antosianin penyebab warna merah dengan klorofil

-
2. Intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap efisiensi fotosintesis suatu tanaman.

SEBAB

Penyesuaian tanaman naungan dan tanaman tahan panas terhadap intensitas cahaya menghasilkan proses fotosintesis yang efisien sehingga kedua jenis tumbuhan dapat tetap hidup dan mempunyai produktivitas yang tinggi.

Jawaban :

Pernyataan benar, alasan benar, saling terkait.



-
3. Beberapa tanaman hias yang dapat memiliki daun berwarna coklat sebagai indikasi kondisi tertentu, seperti kelembapan udara yang rendah, dan bagaimana kelembapan udara yang terlalu rendah mempengaruhi proses fotosintesis?

Jawaban :

Kelembapan udara yang terlalu rendah dapat mengurangi sinar matahari yang mencapai tanaman, sehingga mengurangi kemampuan tanaman dalam melakukan fotosintesis dan dampaknya pertumbuhan tanaman akan terganggu.

-
4. Benar atau salah, perbedaan antara daun berwarna coklat pada tumbuhan di musim dingin dan daun berwarna coklat pada tumbuhan di musim panas terletak pada faktor-faktor seperti kondisi lingkungan, pigmen, hormon auksin, musim gugur, dan penggunaan energi?

Jawaban

Benar

-
1. Mengapa klorofil a pada daun tidak menyerap cahaya hijau?
-



Jawaban :

Tidak semua panjang gelombang efektif untuk fotosintesis dan Cahaya merah dan biru merupakan spectrum yang paling efektif dalam mengaktifkan fotosintesis.

2. Sumber energi yang digunakan pada reaksi gelap fotosintesis berupa senyawa .

..

Jawaban :

ATP dan NADPH₂

3. Selama proses reaksi gelap dalam stroma kloroplas, yang tidak terjadi adalah . . .

Jawaban :

Pemecahan molekul air untuk pembentukan oksigen.

4. Benar atau salah, alasan tidak adanya tumbuhan lain di sekitar maupun bawah pohon beringin adalah dikarenakan adanya pelingkupan pohon beringin yang sangat besar bahkan menghalangi penetrasi sinar matahari sehingga ?

Jawaban

Benar

1. Intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap efisiensi fotosintesis suatu tanaman.

SEBAB

Penyesuaian tanaman naungan dan tanaman tahan panas terhadap intensitas cahaya menghasilkan proses fotosintesis yang efisien sehingga kedua jenis tumbuhan dapat tetap hidup dan mempunyai produktivitas yang tinggi.



Jawaban :

Pernyataan benar, alasan benar, saling terkait.

2. Mengapa proses fotorespirasi lebih banyak terjadi pada tumbuhan C3 dibandingkan tumbuhan C4?

Jawaban :

Dikarenakan proses RuBP karboksilase pada tumbuhan C3 tidak efisien pada konsentrasi CO₂ rendah sedangkan pada tumbuhan C4 efisien pada konsentrasi CO₂ tinggi

3. Pada percobaan Sachs, maka dapat disimpulkan bahwa fotosintesis . . .

Jawaban :
Menghasilkan amilum.

- 4. Benar atau salah, penyesuaian tanaman tahan panas terhadap intensitas cahaya menghasilkan proses fotosintesis yang efisien dan mempunyai produktivitas yang tinggi?**

Jawaban :
Benar

-
- 1. Apa saja yang dapat mempengaruhi proses fotosintesis pada daun maple saat musim gugur?**

Jawaban :
Perubahan suhu (suhu rendah di atas titik beku mendukung pembentukan antosianin yang menghasilkan warna merah pada daun) dan kelembapan udara yang rendah (menghambat proses fotosintesis tanaman dan mengurangi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan).

- 2. Pada musim gugur, warna daun pada pohon maple berubah dimulai dari warna kuning sampai pada merah cerah, hal ini dikarenakan?**

Jawaban :
Perubahan warna daun terjadi karena adanya proses kimia yang terjadi pada pohon selama peralihan musim. Selama musim gugur, pohon tidak memproduksi klorofil dalam jumlah banyak, sehingga pigmen lain, seperti antosianin, karotenoid, dan xantofil, yang sebelumnya terlindungi oleh klorofil, menjadi terlihat, menghasilkan warna merah, kuning, oranye, dan ungu pada daun.

- 3. Mengapa bentuk daun maple di setiap negara berbeda (misalnya antara negara Jepang, Italia, dan Canada)?**

Jawaban :
Perbedaan bentuk daun maple dikarenakan adanya perbedaan kondisi cuaca dan iklim tempat tumbuhan tersebut hidup.

-
- 4. Benar atau salah, bentuk daun maple yang lebar dan datar, memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga dapat menangkap lebih banyak sinar matahari untuk fotosintesis.**

Jawaban :
Benar





Berisi kesempatan, yaitu para peserta yang mendapatkan kotak ini, akan diarahkan menuju kartu kesempatan, lalu melempar dadu dan di dalam kartu kesempatan akan disediakan variasi nomor 1 sampai dengan 12. Setiap nomor memiliki pertanyaan bonus yang jika bisa dijawab akan mendapatkan poin 100. Tidak hanya pertanyaan, juga terdapat bonus poin bagi peserta yang beruntung.



1. Pada tumbuhan C4, hasil senyawa awal dari proses reaksi gelapnya adalah . . .

Jawaban :

Oksaloasetat

2. Benar atau Salah, ATP yang digunakan pada tanaman C4 untuk sintesis gula lebih sedikit dibandingkan tanaman C3.

Jawaban :

Salah

3. Benar atau Salah, pada tanaman yang melakukan metabolisme asam krasulase, pengikatan CO₂ terjadi di malam hari?

Jawaban :

Benar

4. Benar atau Salah, Fotosintesis pada tanaman C4 teradaptasi untuk tumbuh pada tempat yang panas dan iklim yang kering?

Jawaban :

Benar



1. Benar atau Salah, Lichen memiliki peran dalam fotosintesis, namun mereka tidak memiliki klorofil dan menggunakan alga fikobiont untuk melakukan fotosintesis?

Jawaban :

Benar

2. Benar atau Salah, terjadi simbiosis protokooperasi antara fungi (mikobiont) dari Ascomycetes dan Basidiomycetes, dan alga (fikobiont) dari Cyanobacteria atau Chlorophyceae untuk membentuk Lichenes?

Jawaban :

Salah

3. Benar atau Salah, Lichenes berperan sebagai tanaman perintis dikarenakan kemampuannya sebagai biondikator lingkungan dan memperbaiki kerusakan ekosistem?

Jawaban :

Benar

-
4. Benar atau Salah, meskipun lichens memiliki kemampuan adaptasi yang baik, namun untuk tumbuh di kutub adalah hal yang tidak mungkin?

Jawaban :

Salah

1. Benar atau Salah, bakteri fotosintesis (*Synechococcus* sp) adalah merupakan salah satu jenis bakteri fotosintesis dari kelompok bakteri cyanobacteria, memiliki kemampuan untuk melakukan penetrasi dalam jaringan daun tanaman dan melakukan fotosintesis sekaligus mampu menambat nitrogen bebas di atmosfer.

Jawaban :

Benar

2. Benar atau Salah, bakteri fotosintetik merupakan mikroba yang mampu melakukan fotosintesis anoksigenik dan mampu menggunakan sumber karbon maupun sulfur dalam proses fotosintesis.

Jawaban :

Benar

3. Benar atau Salah, beberapa jenis ganggang memiliki kemampuan untuk berpendar karena kandungan kalium, sehingga sering disebut sebagai "ganggang api"?

Jawaban :

Salah

4. Benar atau Salah, hanya ganggang yang berwarna hijau saja yang dapat melakukan fotosintesis?

Jawaban :

Salah

1. Benar atau Salah, pigmen fotosintetik yang terdapat pada ganggang hijau adalah klorofil a dan b, serta pigmen tambahan seperti karotenoid dan xantofil.

Jawaban :

Benar

2. Benar atau Salah, pigmen fotosintetik yang terdapat pada ganggang merah memiliki klorofil a dan d, serta pigmen tambahan seperti fikoeritrin dan fikosianin.

Jawaban :

Benar

3. Benar atau Salah, ganggang hanya bermanfaat sebagai penghasil oksigen dari proses fotosintesis?

Jawaban :

Salah

4. Benar atau Salah, alga berfungsi sebagai zat tambahan pada formulasi kosmetik seperti penstabil atau pengemulsi, serta zat aktif pada kosmetik.

Jawaban :



Benar



1. *Costasiella kuroshimae* atau domba laut merupakan salah satu animalia yang dapat melakukan proses fotosintesis, bagaimana proses dari animalia tersebut yang identik dengan sifat heterotrof namun dapat beralih menjadi autotrof?

Jawaban :

Proses fotosintesis dilakukan dengan bantuan dari alga yang dimakan

2. Benar atau Salah, *Costasiella kuroshimae* atau domba laut berperan sebagai konsumen tingkat 1 di ekosistem laut?

Jawaban :

Benar

3. Benar atau Salah, *Costasiella kuroshimae* atau domba laut merupakan siput laut yang memiliki bentuk mirip domba dan memiliki julukan lain seperti ulat laut maupun domba daun?

Jawaban :

Benar

4. Benar atau Salah, hubungan simbiosis antara *Costasiella kuroshimae* dan alga disebut sebagai parasitisme?

Jawaban :

Salah

1. Benar atau Salah, *Elysia chlorotica* merupakan siput laut yang memiliki bentuk mirip dengan daun.

Jawaban :

Benar

2. Benar atau Salah, *Elysia chlorotica* dapat berfotosintesis dengan mengambil klorofil dari makanannya yaitu alga (biasanya *Vaucheria litorea*).

Jawaban :

Benar

3. Benar atau Salah, hubungan simbiosis antara *Elysia chlorotica* dan *Vaucheria litorea* disebut sebagai kleptoplast (perilaku mengambil kloroplas dari sumber makanan dan memasukkannya ke dalam sel konsumen)?

Jawaban :

Benar

4. Benar atau Salah, saat fase larva, *E. chlorotica* berwarna hitam, kemudian saat siput ini mulai remaja akan mulai mengonsumsi alga *V.litorea*. Sel alga akan tercerna dan menyisakan kloroplas dalam sitoplasma yang melapisi saluran pencernaan. Dengan begitu siput laut ini akan bermetamorfosis menjadi berwarna hijau.

Jawaban :



Benar



1. Benar atau Salah, nitrogen, fosfor, kalium, dan magnesium merupakan mikronutrien yang diperlukan daun dalam melakukan proses fotosintesis?

Jawaban :

Salah

2. Benar atau Salah, daun yang lebih luas dan melebar akan memiliki luasan permukaan yang lebih besar, bersifat lebih efisien dalam melakukan fotosintesis?

Jawaban :

Benar

3. Benar atau Salah, laju transpirasi (penguapan) daun berpengaruh pada proses fotosintesis?

Jawaban :

Benar

4. Benar atau Salah, paku purba yang tidak memiliki daun sejati, dapat melakukan proses fotosintesisnya melalui organ batangnya?

Jawaban :

Benar

1. Benar atau Salah, Intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap efisiensi fotosintesis suatu tanaman ?

Jawaban :

Benar



2. Benar atau Salah, daun yang mengalami etiolasi lebih efisien dalam melakukan fotosintesis?

Jawaban :

Salah

3. Benar atau Salah, pada tanaman cocor bebek selain sebagai tempat fotosintesis dan alat reproduksi, daun juga berperan sebagai penyimpan cadangan makanan?

Jawaban :

Salah

4. Benar atau Salah, struktur daun teratai yang tipis dan lebar serta stomata terletak di bagian epidermis atas, berkaitan dengan proses transpirasi yang maksimal?

Jawaban :

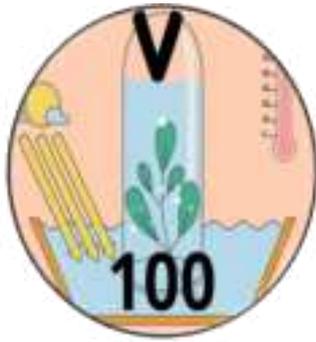
Benar

1. Benar atau Salah, pada percobaan Sachs, maka dapat disimpulkan bahwa fotosintesis menghasilkan oksigen?

Jawaban :

Salah

2. Benar atau Salah, pada percobaan Sachs, tujuan perebusan daun dengan air dilakukan untuk mematikan zat klorofil?
-



Jawaban :

Salah

3. Benar atau Salah, pada percobaan Engelmann, terjadi penumpukan bakteri di daerah kloroplas yang terkena cahaya jingga-merah, dikarenakan bakteri tersebut membutuhkan oksigen?

Jawaban :

Benar

4. Benar atau Salah, pada percobaan Ingenhousz, ketika ditambahkan baking soda, laju fotosintesis semakin melambat?

Jawaban :

Salah

1. Benar atau Salah, pada proses reaksi gelap fotosintesis, terjadinya di malam hari?

Jawaban :

Salah

2. Benar atau Salah, salah satu dampak dari stroma menempel dengan tilakoid pada proses fotosintesis pada tumbuhan akan terjadi pengurangan efisiensi fotosintesis?

Jawaban :

Benar

3. Benar atau Salah, stroma akan melakukan proses fotosintesis jika reaksi terang telah dilakukan?

Jawaban :

Benar

4. Benar atau Salah, pada reaksi terang, proses yang terjadi adalah fotolisis air dengan tujuan utama untuk menghasilkan glukosa?

Jawaban :

Salah

1. Benar atau Salah, pada proses utama fotosintesis terjadi di palisade daun?

Jawaban :

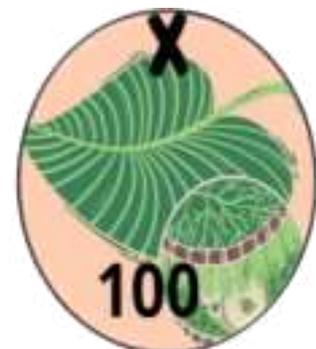
Benar

2. Benar atau Salah, bunga karang berfungsi sebagai tempat fotosintesis tambahan dengan klorofil dalam jumlah kecil?

Jawaban :

Benar

3. Benar atau Salah, jika jaringan bunga karang rusak, maka tidak akan berpengaruh pada proses fotosintesis dikarenakan proses utama fotosintesis



terjadi di parenkim palisade?

Jawaban :

Salah

4. Benar atau Salah, mekanisme kerja panel surya terinspirasi oleh mekanisme fotosintesis yang terjadi pada daun tumbuhan?

Jawaban :

Benar

1. Benar atau Salah, charger tenaga surya terinspirasi dari bentuk tanaman hias yang populer yaitu bonsai, dan dirancang dengan kemampuan dapat mengirimkan daya listrik ke perangkat ponsel?

Jawaban :

Benar

2. Benar atau Salah, teknologi penerapan dari fotosintesis yaitu paving memiliki bentuk yang sama dengan sel parenkim, berupa segitiga dan struktur tersebut memudahkan penyerapan air ketika hujan?

Jawaban :

Salah

3. Benar atau Salah, kota mengambang Lilypad Ecopolis dianggap mampu menghadapi masalah lingkungan yang mungkin terjadi di masa depan?

Jawaban :

Benar

4. Benar atau Salah, perbedaan panjang rantai hidrokarbon pada klorofil tidak berpengaruh pada perbedaan warna daun yang mengandung klorofil a maupun klorofil b?

Jawaban :

Salah



Selanjutnya pada bagian kotak kesempatan, peserta didik diberikan sebuah *challenge* untuk dapat menjawab pertanyaan tambahan. Tujuan dari adanya pertanyaan tambahan pada kesempatan adalah untuk memperdalam pemahaman peserta didik terkait materi fotosintesis, sehingga melalui jawaban yang diberikan guru dapat mengetahui bagaimana ketercapaian pemahaman konsep dari peserta didik tersebut. Pertanyaan yang diberikan dibebaskan kepada petugas moderator untuk menggunakan pertanyaan baik pada komponen monopoli ataupun pertanyaan bebas di seputar materi fotosintesis.

Tidak hanya soal, pada kartu kesempatan juga terdapat beberapa nomor bonus yang berisi poin tambahan bernilai 100.



Gambar 7. Desain Kartu Kesempatan



Gambar 8. Desain Poin Matahari yang Digunakan sebagai Energi (pengganti uang pada monopoli biasa)

Selama ini permainan media monopoli identik dengan uang *dollar*, namun pada permainan media monopoli fotosintesis, jumlah uang diganti dengan poin energi foton atau energi matahari yang dimulai poin terendah 25 dan tertinggi 100. Syarat untuk mendapatkan poin energi foton adalah peserta didik harus dapat menjawab pertanyaan terkait fotosintesis di setiap kotak yang sudah diberikan poinnya masing-masing. Proses fotosintesis memanfaatkan energi utama matahari, dan tentunya energi ini memiliki nilai, sehingga untuk mengkorelasikannya maka dibuatlah poin energi foton sebagai pelengkap permainan media monopoli fotosintesis. Selain itu, komponen penting lainnya dalam permainan monopoli adalah boneka dadu (dikarenakan ukuran media pembelajaran monopoli fotosintesis yang 90 cm x 90 cm, maka digunakanlah boneka dadu yang berukuran 10 cm x 10 cm untuk memudahkan pemain), pion peserta yang dibuat dengan *figure* berbagai profesi (tujuan penggunaan lego

profesi ini adalah untuk memotivasi peserta didik yang saat ini berada di fase akhir Sekolah Menengah Atas dalam menentukan profesi ataupun cita-cita selanjutnya), serta tingkat ukuran tumbuhan dalam bentuk *miniature* sebagai pengganti harta rumah dan juga hotel pada permainan monopoli umumnya (tanaman identik dengan makhluk hidup yang dapat melakukan fotosintesis).



Gambar 9. Komponen Pelengkap Media Monopoli Fotosintesis

b. Subjek Pengembangan

Subjek dalam penelitian ini adalah media pembelajaran monopoli fotosintesis. Penelitian ini dilaksanakan pada peserta didik kelas XII IPA 2 SMA Negeri 12 Bandar Lampung dan XII IPA 1 SMA Tri Sukses Natar.

c. Jenis Data

Data yang dikumpulkan adalah berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa hitungan statistik hasil uji validitas dari angket atau kuisioner yang diisi oleh responden, sedangkan data kualitatif diperoleh dari angket atau kuisioner dari responden yang berupa komentar dan saran dari berbagai pihak, diantaranya adalah:

1) Data dari ahli media.

Data yang berupa kualitas dari tampilan desain monopoli, penataan gambar, kualitas gambar monopoli, dan komponen miniatur yang digunakan sebagai pelengkap permainan.

2) Data dari ahli materi.

Data yang berupa kualitas produk yang ditinjau dari aspek penyampaian pertanyaan terkait materi fotosintesis dan kesesuaian isi materi pembelajaran serta ketercapaian materi sesuai dengan tingkatan.

3) Data dari ahli bahasa.

Data yang berupa kualitas produk yang ditinjau dari aspek penyampaian pertanyaan terkait materi fotosintesis dan kesesuaian isi materi pembelajaran serta tata bahasa soal yang digunakan.

4) Data dari peserta didik.

Data yang berupa kualitas produk yang ditinjau dari aspek tampilan media, penyampaian materi, kelayakan dan keefektifan media dalam kegiatan pembelajaran.

5) Data dari guru.

Data yang berupa kualitas produk yang ditinjau dari aspek tampilan media, penyampaian materi, kelayakan dan keefektifan media dalam kegiatan pembelajaran yang disebarkan kepada guru-guru Biologi di berbagai sekolah.

3. Data Pengembangan (*Develop*)

Dalam tahap ini akan dilakukan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang telah melalui berbagai perbaikan yang berdasarkan beberapa ahli atau pakar. Tahapan ini memiliki tahap yang meliputi:

a. Instrumen Pengumpulan Data

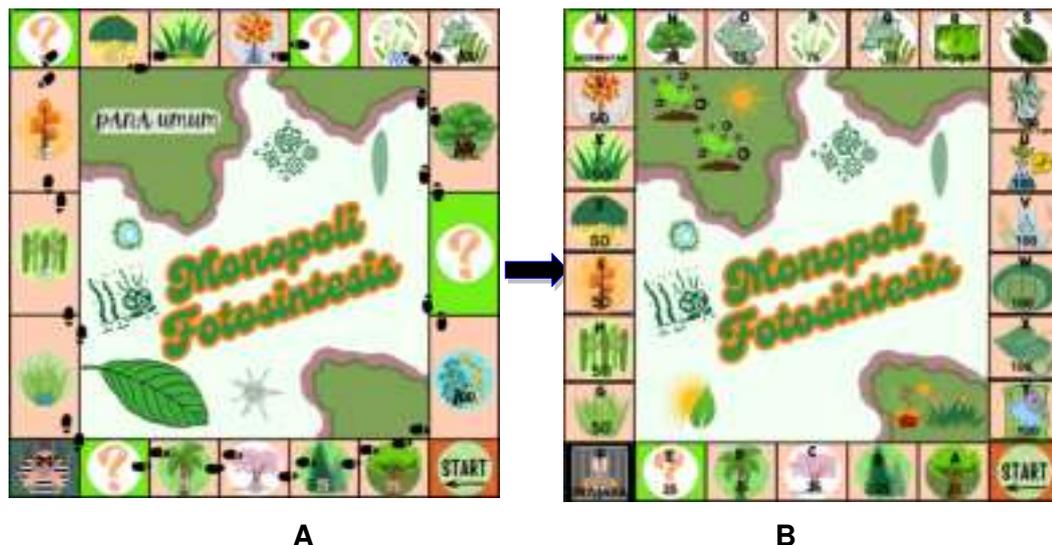
Salah satu jenis instrumen yang digunakan adalah berkaitan dengan penilaian dari para ahli. Evaluasi ahli dilakukan oleh enam ahli, di antaranya adalah: dua orang ahli desain media yang melakukan penilaian terhadap kualitas produk ditinjau dari aspek tampilan, keterpaduan isi materi dan komunikasi visual. Kemudian dua orang ahli materi pembelajaran yang melakukan penilaian terhadap kualitas produk dipandang dari aspek pembelajaran dan isi materi fotosintesis. Terakhir, dua orang ahli Bahasa Indonesia terhadap media monopoli fotosintesis dari segi ejaan, tanda baca dan lainnya. Hasil evaluasi dari ahli yang berupa informasi kelayakan mengenai produk pengembangan, dan saran-saran

pengembangan dijadikan sebagai bahan memperbaiki produk media monopoli fotosintesis. Terkait dengan penilaian ahli desain media, kisi-kisi instrumen penilaian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Ahli Media terhadap Desain Monopoli Fotosintesis

No	Aspek	Indikator Pertanyaan	No item	Keterangan
1	Desain Monopoli	1. Desain media menampilkan pusat pandangan yang baik	1	Setiap item soal diberikan nilai dengan skala 1-5 oleh para validator. Skala 5 menunjukkan item bernilai sangat baik, 4 bernilai baik, 3 untuk kategori nilai cukup baik, 2 dengan kriteria kurang baik, dan 1 untuk tidak baik.
		2. Komposisi dan ukuran unsur tata letak pada desain media proporsional	2	
		3. Desain disajikan dengan menarik dan sesuai dengan materi	3	
		4. Kombinasi warna menarik	4	
		5. Kesesuaian dari penyajian gambar pada desain monopoli dan materi yang dibahas	5	
		6. Ukuran huruf di bagian judul monopoli lebih dominan dan proporsional.	6	
2	Efisiensi media	7. Kemudahan penggunaan media.	7	
		8. Kemudahan pemeliharaan.	8	
3	Keber Manfaatan	9. <i>Reusable</i> .	9	

Hasil validasi desain terhadap pengembangan media monopoli fotosintesis tentunya mendapatkan revisi, terdapat perubahan dari jumlah pertanyaan yang diberikan karena disesuaikan dengan jumlah kotak pertanyaan monopoli yang disarankan oleh ahli desain media. Adapun untuk desain terjadi perubahan terkait dengan jumlah kotak dan juga komponen kecil di dalamnya, untuk memperjelas perubahan desain media monopoli dapat dilihat melalui gambar di bawah ini.



Gambar 10. **A.** Desain Media Monopoli Sebelum Revisi, **B.** Desain Media Monopoli Setelah Direvisi dan Digunakan dalam Penelitian.

Perubahan pada desain media pembelajaran monopoli fotosintesis berpengaruh pada komponen pertanyaan. Jumlah pertanyaan yang dicapai sebagai indikator ketercapaian pemahaman peserta didik terhadap materi yang sebelumnya berjumlah 36 soal, setelah direvisi berdasarkan permintaan ahli desain media menjadi 88 soal (pada Tabel 5), hal ini dikarenakan di setiap kotak diberikan empat pertanyaan, tujuannya adalah untuk menghindari pemain lain mendapatkan pertanyaan yang sama dan juga menambah wawasan peserta didik terhadap materi. Selain itu, ahli desain juga menyarankan untuk memberikan petunjuk jelas terkait urutan permainan pada komponen kotak monopoli, sehingga Peneliti memberikan huruf abjad secara runtut untuk mempermudah jalannya pion peserta didik. Perubahan juga dilakukan pada kontras warna angka dan huruf pada kotak monopoli, ahli desain menyarankan pemberian warna yang kontras haruslah disesuaikan dengan daya kemampuan penglihatan, maka dari itu, Peneliti merubah warna yang sebelumnya menjadi warna hitam dan lebih mudah terlihat. Bagian dana umum juga dihapuskan, dikarenakan cukup menggunakan kartu kesempatan dan supaya peserta didik bisa fokus dalam menjawab soal fotosintesis. Terakhir, ahli desain menyarankan peneliti untuk menggunakan kotak yang bersifat lebih efisien sehingga dapat memuat semua *prototype* permainan monopoli fotosintesis menjadi satu kesatuan dan mudah untuk dibawa. Untuk melihat hasil validasi dari para ahli desain media monopoli, dapat dilihat melalui Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Penilaian Ahli Media terhadap Desain Monopoli Fotosintesis

Validator	Dr. Muhfahroyin, M.T.A								
Daftar Item Pernyataan Sesuai dengan Tabel 6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Skala <i>Likert</i> Nilai per <i>Item</i>	3	3	5	4	4	4	4	4	5
Validator	Maya Siskawati, M.Pd.								
Daftar Item Pernyataan Sesuai dengan Tabel 6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Skala <i>Likert</i> Nilai per <i>Item</i>	5	4	5	5	5	4	4	5	4
Rata-rata (%)	77/90 x 100% = 85,55%								

Keterangan: Daftar item pernyataan (1. Desain media menampilkan pusat pandangan yang baik., 2. Komposisi dan ukuran unsur tata letak pada desain media proporsional., 3. Desain disajikan dengan menarik dan sesuai dengan materi., 4. Kombinasi warna menarik., 5. Kesesuaian dari penyajian gambar pada desain monopoli dan materi yang dibahas., 6. Ukuran huruf di bagian judul monopoli lebih dominan dan proporsional., 7. Kemudahan penggunaan media., 8. Kemudahan pemeliharaan., dan 9. *Reusable*). **Skala** penilaian yang diberikan oleh para ahli menggunakan skala *likert* dari angka 1 sampai dengan 5, yaitu dengan keterangan: (1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = cukup baik, 4 = baik, 5 = sangat baik).

Hasil validasi ahli desain media kemudian dikategorikan kevalidannya melalui kriteria sebagaimana Tabel 7.

Tabel 7. Tabel Kriteria Kevalidan

Validasi	Nilai (%)	Kriteria
Media	74 – 100	Valid digunakan tanpa revisi
	47 – 73	Valid digunakan dengan revisi
	20 – 46	Tidak Valid digunakan

Masing-masing dari nilai yang didapatkan dijumlahkan, di mana untuk seluruh *item* pernyataan menurut ahli desain media mendapatkan total nilai maksimal yaitu 45 (berdasarkan skala maksimal lima dengan total 9 *item* pernyataan). Selanjutnya adalah mempersentasekan skor yang didapatkan dengan skor maksimal dan dikonversikan ke dalam bentuk skor menggunakan rumus berikut:

$$\frac{E \text{ skor item yang didapat dari validator}}{E \text{ skor maksimal}} \times 100\%$$

Riduwan (2013:18)

Untuk melihat hasil konversi skor yang didapatkan dari masing-masing ahli desain media, dapat dilihat melalui Tabel 8.

Tabel 8. Tabel Skor Hasil Validasi Para Ahli Desain Media

Validator	Jumlah skor yang didapatkan	Jumlah skor maksimal	%	Kriteria
Dr. Muhfahroyin, M.T.A	36	45	80	Valid digunakan
Maya Siskawati, M.Pd.	41	45	91	Valid digunakan
Rata-rata (%)		85,55%		Valid digunakan

Berdasarkan hasil penilaian dari validator ahli desain media, maka pengembangan media monopoli mendapatkan kriteria valid dan layak untuk digunakan dengan beberapa revisi sesuai saran para ahli. Pada tahap pengembangan media, revisi desain media perlu dilakukan untuk mengubah desain media yang tidak efektif atau tidak memenuhi kebutuhan pengguna. Revisi desain media dapat meliputi perubahan dalam tata letak, warna, *font*, gambar, ataupun interaksi. Hal ini dapat membantu pendidik dalam meningkatkan kualitas media pembelajaran dan membuatnya lebih menarik dan mudah dipahami pengguna terkhususnya adalah peserta didik. Dengan melakukan revisi desain media pembelajaran, kualitas media pembelajaran monopoli fotosintesis akan menjadi lebih baik, penggunaan akan lebih mudah, dan pembelajaran akan lebih efektif (Desvianasari, 2022: 61). Hal ini akan membantu pengguna dalam memahami materi dan mengembangkan keterampilan belajar seumur hidup. Untuk data secara lengkap terkait penilaian dari para ahli desain media terhadap pengembangan media monopoli fotosintesis, dapat tersaji pada Lampiran 1.

Selain melakukan validasi kepada para ahli media terkait desain monopoli fotosintesis, diperlukan juga penilaian dari validator ahli materi Biologi terhadap soal-soal fotosintesis yang merupakan bagian dari *prototype* permainan

monopoli. Perbedaan dalam permainan monopoli fotosintesis yang diterapkan dengan permainan monopoli pada umumnya adalah terdapat pada cara bermain di mana para peserta wajib menjawab pertanyaan terkait materi fotosintesis dan tujuannya adalah agar peserta didik menjadi paham dengan konsep fotosintesis yang sudah dipelajari. Perubahan desain media monopoli pada bagian jumlah kotak yang disarankan oleh ahli media, menyebabkan perubahan jumlah soal yang diberikan kepada peserta didik, sehingga peserta didik diberikan pertanyaan terkait materi dan sesuai dengan kisi-kisi materi. Metode menjawab soal dilakukan dengan sistem bermain. Sistem menjawab soal dalam permainan monopoli merupakan salah satu usaha pendidik yang merujuk pada Pendidikan Abad ke-21, di mana penerapan belajar sambil bermain mampu meningkatkan kreativitas guru dalam proses pembelajaran di kelas (Yusri, dkk., 2024: 15-26).

Soal yang disajikan juga disesuaikan dengan ranah ketercapaian kognitif menurut Taksonomi Bloom, dan pada ranah kelas XII SMA, indikator level kognitif minimal pada tingkat C3 dan memaksimalkan pada soal *high order thinking skill* agar peserta didik mampu mengasah kemampuan berpikir kritisnya. Berikut disajikan secara lengkap detail dari kisi-kisi soal dan ranah level kognitifnya.

Tabel 9. Kisi-Kisi Instrumen Pertanyaan untuk Prototipe Monopoli fotosintesis

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator
2.2 Mendeskripsikan proses katabolisme dan anabolisme karbohidrat	Proses anabolisme pada fotosintesis.	Menjelaskan keterkaitan antara reaksi anabolisme dengan fotosintesis	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan proses anabolisme • Mengidentifikasi perbedaan antara reaksi katabolisme dan anabolisme • Mengidentifikasi anabolisme • Mengidentifikasi rangkaian proses pada fotosintesis secara umum • Mengidentifikasi proses fotosintesis pada berbagai tumbuhan
	Reaksi terang dan gelap pada fotosintesis	Mengidentifikasi rangkaian tahapan pada proses fotosintesis	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan persamaan kimia melalui reaksi fotosintesis • Memahami faktor – faktor yang dibutuhkan dalam reaksi terang dan gelap

		<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi tahapan yang terjadi pada reaksi terang dan gelap • Mengidentifikasi produk yang dihasilkan dari rangkaian reaksi terang dan gelap • Mengidentifikasi keterkaitan struktur stroma dan tilakoid dengan fungsi fotosintesis • Mengidentifikasi perbedaan antara jenis tanaman C3, C4 dan CAM • Mengaitkan jenis tanaman C3, C4 dan CAM dengan morfologi dan anatomi pada berbagai tumbuhan
Aplikasi fotosintesis pada tumbuhan	Menemukan hubungan antara proses fotosintesis dengan anatomi dan morfologi berbagai jenis tumbuhan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi keterkaitan faktor eksternal (lingkungan) terhadap proses fotosintesis pada berbagai jenis tumbuhan • Mengidentifikasi keterkaitan anatomi organ tumbuhan terhadap proses fotosintesis pada berbagai jenis tumbuhan • Mengidentifikasi keterkaitan morfologi organ tumbuhan terhadap proses fotosintesis pada berbagai jenis tumbuhan
Aplikasi fotosintesis pada makhluk autotrof lainnya	Menemukan hubungan antara proses fotosintesis dengan anatomi dan morfologi berbagai jenis autotrof (alga, bakteri, dan animalia)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengklasifikasikan proses fotosintesis yang terjadi pada <i>lichens</i> • Mengidentifikasi simbiosis yang terjadi pada <i>lichens</i> melalui tahapan fotosintesis • Mengklasifikasikan proses fotosintesis yang terjadi pada bakteri fotosintesis • Menghubungkan jenis pigmen dengan proses

		<p>fotosintesis pada ganggang hijau.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi proses fotosintesis yang terjadi pada domba laut • Mengidentifikasi keterkaitan simbiosis pada domba laut dalam proses fotosintesis • Menghubungkan tingkat trofik domba laut dalam rantai makanan • Mengidentifikasi proses fotosintesis yang terjadi pada siput laut • Mengidentifikasi keterkaitan simbiosis pada siput laut dalam proses fotosintesis
Identifikasi struktur anatomi dan morfologi daun	Menemukan hubungan antara proses fotosintesis dengan anatomi dan morfologi daun	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi faktor eksternal dengan fungsi daun dalam proses fotosintesis • Mengidentifikasi morfologi daun dengan fungsinya dalam proses fotosintesis • Mengklasifikasikan anatomi stroma dan tilakoid dalam proses fotosintesis • Mengklasifikasikan anatomi jaringan parenkim pada daun dalam proses fotosintesis
Aplikasi percobaan fotosintesis	Menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan oleh Sachs, Engelmann, dan Ingenhousz	<ul style="list-style-type: none"> • Menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan oleh Sachs • Menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan oleh Engelmann • Menyimpulkan tujuan dari percobaan fotosintesis yang dilakukan Ingenhousz
Aplikasi fotosintesis dalam bidang teknologi	Mengklasifikasikan struktur anatomi dan morfologi pada organ tumbuhan sebagai aplikasi dari penerapan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengklasifikasikan struktur daun sebagai inspirasi teknologi panel surya • Mengklasifikasikan morfologi tumbuhan sebagai inspirasi

teknologi masa kini	<ul style="list-style-type: none"> teknologi <i>charger</i> surya Menemukan anatomi parenkim daun sebagai inspirasi pembuatan paving Menemukan anatomi sel daun teratai sebagai inspirasi pengembangan kota Lilypad Ecopolis
---------------------	---

Peneliti memberikan kisi-kisi kepada peserta didik yang menjadi objek penelitian sebelum pelaksanaan uji coba dilakukan. Pada prinsipnya, pemberian kisi-kisi soal kepada peserta didik dapat membuat guru menjadi lebih teliti dan bersifat konseptual dalam mengukur penguasaan belajar peserta didik dan relevan dengan kebutuhan ketercapaian indikator materi (Nofriyandi, d dan Leo., 2019:73). Melalui kisi-kisi juga dapat memudahkan guru untuk mengetahui kemampuan akademik peserta didik, sehingga guru dapat menentukan pencapaian tujuan pembelajaran. Untuk daftar pertanyaan yang telah dibuat berdasarkan kisi-kisi, dapat dilihat pada Tabel 5. Pembuatan kisi-kisi dan juga soal sudah disesuaikan dengan indikator silabus dan juga tujuan ketercapaian pemahaman konsep dari peserta didik.

Kisi-kisi, silabus, dan juga soal-soal diberikan kepada para ahli materi Biologi untuk dilakukan tahapan validasi, adapun untuk kriteria aspek validasi dari para ahli materi dapat dilihat melalui Tabel 10.

Tabel 10. Lembar Aspek Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator	No. Item	Keterangan
Kejelasan	Kejelasan setiap butir soal	1	Setiap item soal diberikan nilai dengan skala 1-5 oleh para validator. Skala 5 menunjukkan item bernilai sangat baik, 4 bernilai baik, 3 untuk kategori nilai cukup baik, 2 dengan kriteria kurang baik, dan 1 untuk tidak baik.
	Kejelasan petunjuk pengisian soal	2	
Ketepatan isi	Ketepatan bahasa dengan tingkat perkembangan peserta didik	3	
	Ketepatan bentuk soal dengan kompetensi dasar	4	
Relevansi	Butir soal berkaitan dengan materi	5	
Kevalidan isi	Tingkat kebenaran butir soal	6	

Hasil validasi para ahli materi Biologi terhadap soal-soal fotosintesis yang telah dibuat tentunya mendapatkan revisi, di antaranya adalah: memberikan petunjuk pengerjaan dan juga kelengkapan kisi-kisi disesuaikan dengan materi. Untuk melihat hasil validasi dari para ahli materi Biologi, dapat dilihat melalui Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Validasi Penilaian Ahli Materi Biologi

Validator	Dr. Agus Sutanto, M.Si.					
Daftar Item Pernyataan Sesuai dengan Tabel 11	1	2	3	4	5	6
Skala <i>Likert</i> Nilai per <i>Item</i>	4	4	5	4	4	5
Validator	Letriana, M.Pd.					
Daftar Item Pernyataan Sesuai dengan Tabel 11	1	2	3	4	5	6
Skala <i>Likert</i> Nilai per <i>Item</i>	5	4	5	4	4	4
Rata-rata (%)	52/60 x 100% = 86,67%					

Keterangan: Daftar *item* pernyataan (1. Kejelasan setiap butir soal., 2. Kejelasan petunjuk pengisian soal., 3. Ketepatan bahasa dengan tingkat perkembangan peserta didik., 4. Ketepatan bentuk soal dengan kompetensi dasar., 5. Butir soal berkaitan dengan materi., 6. Tingkat kebenaran butir soal). **Skala** penilaian yang diberikan oleh para ahli menggunakan skala *likert* dari angka 1 sampai dengan 5, yaitu dengan keterangan: (1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = cukup baik, 4 = baik, 5 = sangat baik).

Hasil validasi materi kemudian dikategorikan kevalidannya melalui kriteria sebagaimana Tabel 12.

Tabel 12. Tabel Kriteria Kevalidan

Validasi	Nilai (%)	Kriteria
Materi	74 – 100	Valid digunakan tanpa revisi
	47 – 73	Valid digunakan dengan revisi
	20 – 46	Tidak Valid digunakan

Masing-masing dari nilai yang didapatkan dijumlahkan, di mana untuk seluruh *item* pernyataan menurut ahli desain media mendapatkan total nilai maksimal yaitu 30 (berdasarkan skala maksimal lima dengan total enam *item* pernyataan). Selanjutnya adalah mempersentasekan skor yang didapatkan

dengan skor maksimal dan dikonversikan ke dalam bentuk skor menggunakan rumus berikut:

$$\frac{E \text{ skor item yang didapat dari validator}}{E \text{ skor maksimal}} \times 100\%$$

Riduwan (2013:18)

Untuk melihat hasil konversi skor yang didapatkan dari masing-masing ahli desain media, dapat dilihat melalui Tabel.

Tabel 13. Tabel Skor Hasil Validasi Para Ahli Materi Biologi

Validator	Jumlah skor yang didapatkan	Jumlah skor maksimal	%	Kriteria
Dr. Agus Sutanto, M.Si.	26	30	86,67	Valid digunakan
Letriana, M.Pd.	26	30	86,67	Valid digunakan
Rata-rata (%)		86,67		Valid digunakan

Berdasarkan hasil penilaian dari validator ahli materi Biologi, maka soal yang dibuat mendapatkan kriteria valid dan layak untuk digunakan dengan beberapa revisi sesuai saran para ahli materi Biologi, tujuannya adalah untuk memastikan bahwa soal yang dibuat sesuai dengan tujuan pembelajaran dan memenuhi kebutuhan pelaksanaan penelitian. Untuk data secara lengkap terkait penilaian dari para ahli materi Biologi terhadap soal-soal fotosintesis sebagai *prototype* dari pengembangan media monopoli fotosintesis, dapat tersaji pada Lampiran 2.

Validasi juga dilakukan kepada para ahli Bahasa terkait dengan soal yang telah dibuat. Validasi ahli bahasa dalam pengembangan media monopoli perlu dilakukan dengan tujuan untuk menilai kelayakan dari aspek bahasa dari soal fotosintesis yang telah dibuat. Hasil validasi ahli bahasa diperoleh dari penilaian berdasarkan instrument bahasa melalui nilai skala *likert*, pendapat serta saran dari para validator, yang digunakan sebagai bahan perbaikan dalam pembuatan soal. Para ahli Bahasa yang menjadi validator adalah pengajar Bahasa Indonesia dengan pengalaman mengajar di sekolah dan juga telah menempuh pendidikan pascasarjana (strata 2). Alasan validator para ahli dengan pendidikan minimal

sarjana strata 2 karena validator ini dianggap memiliki pengalaman dan pendidikan yang cukup untuk menilai kelayakan dari aspek pendidikan dalam pembelajaran (Larista, dkk. 2023: 61). Sehingga dengan proses validasi yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh penilaian dan saran yang lebih akurat dan relevan terhadap kelayakan instrument terkait bahasa dalam soal yang digunakan sebagai salah satu komponen utama dalam pengembangan media pembelajaran monopoli. Adapun kriteria aspek validasi dari para ahli bahasa dapat dilihat melalui Tabel 14.

Tabel 14. Lembar Aspek Validasi Ahli Bahasa

Aspek	Indikator	No. Item	Skala Penilaian Soal
Tidak Ada Bias	Butir soal berisi satu gagasan yang lengkap	1	Setiap item soal diberikan nilai dengan skala 1-5 oleh para validator. Skala 5 menunjukkan item bernilai sangat baik, 4 bernilai baik, 3 untuk kategori nilai cukup baik, 2 dengan kriteria kurang baik, dan 1 untuk tidak baik.
	Kata-kata yang digunakan tidak bermakna ganda	2	
Ketepatan Bahasa	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	3	
	Bahasa yang digunakan efektif	4	
	Penulisan sesuai dengan PUEBI	5	

Hasil validasi para ahli Bahasa terhadap soal-soal fotosintesis yang telah dibuat tentunya mendapatkan saran, yaitu penggunaan kalimat tanya di awal kalimat dan juga penjelasan untuk soal yang memiliki bahasa asing atau latin agar lebih mudah dipahami peserta didik. Untuk melihat hasil validasi dari para ahli Bahasa, dapat dilihat melalui Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Validasi Penilaian Ahli Bahasa

Validator	Joko Raharjo, M.Pd.				
Daftar Item Pernyataan Sesuai dengan Tabel 11	1	2	3	4	5
Skala <i>Likert</i> Nilai per <i>Item</i>	4	4	3	4	4
Validator	Hepi Rosanti, M.Pd.				
Daftar Item Pernyataan Sesuai dengan Tabel 11	1	2	3	4	5
Skala <i>Likert</i> Nilai per <i>Item</i>	4	5	4	4	4
Rata-rata (%)	40/50 x 100% = 80%				

Keterangan: Daftar *item* pernyataan (1. Butir soal berisi satu gagasan yang lengkap., 2. Kata-kata yang digunakan tidak bermakna ganda., 3. Bahasa yang digunakan mudah dipahami., 4. Bahasa yang digunakan efektif., 5. Penulisan sesuai dengan PUEBI). **Skala** penilaian yang diberikan oleh para ahli menggunakan skala *likert* dari angka 1 sampai dengan 5, yaitu dengan keterangan: (1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = cukup baik, 4 = baik, 5 = sangat baik).

Hasil validasi materi kemudian dikategorikan kevalidannya melalui kriteria sebagaimana Tabel 16.

Tabel 16. Tabel Kriteria Kevalidan

Validasi	Nilai (%)	Kriteria
Bahasa	74 – 100	Valid digunakan tanpa revisi
	47 – 73	Valid digunakan dengan revisi
	20 – 46	Tidak Valid digunakan

Masing-masing dari nilai yang didapatkan dijumlahkan, di mana untuk seluruh *item* pernyataan menurut ahli desain media mendapatkan total nilai maksimal yaitu 25 (berdasarkan skala maksimal lima dengan total lima *item* pernyataan). Selanjutnya adalah mempersentasekan skor yang didapatkan dengan skor maksimal dan dikonversikan ke dalam bentuk skor menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{£ skor item yang didapat dari validator}}{\text{£ skor maksimal}} \times 100\%$$

Riduwan (2013:18)

Untuk melihat hasil konversi skor yang didapatkan dari masing-masing ahli desain media, dapat dilihat melalui Tabel 17.

Tabel 17. Tabel Skor Hasil Validasi Para Ahli Bahasa

Validator	Jumlah skor yang didapatkan	Jumlah skor maksimal	%	Kriteria
Joko Raharjo, M.Pd.	19	25	76	Valid digunakan
Hepi Rosanti, M.Pd.	21	25	84	Valid digunakan

Rata-rata (%)

80%

Valid digunakan

Untuk data secara lengkap terkait penilaian dari para ahli Bahasa terhadap soal-soal fotosintesis sebagai *prototype* dari pengembangan media monopoli fotosintesis, dapat tersaji pada Lampiran 3.

Untuk memperkuat pemahaman konsep peserta didik terhadap materi, hasil kognitif belajar materi fotosintesis menjadi salah satu data yang digunakan sebagai bukti ketercapaian, dengan menggunakan soal yang sama ketika peserta didik memainkan media monopoli. Soal tersebut digunakan oleh guru Biologi di SMA Negeri 12 Bandar Lampung untuk dijadikan sebagai tambahan nilai di salah satu materi biologi semester 2. Ketercapaian belajar peserta didik ini menjadi salah satu data kualitatif pemahaman peserta didik terhadap konsep fotosintesis. Selain mengukur pemahaman ketercapaian peserta didik terhadap materi, data terkait keefektifan pengembangan media monopoli (tepat atau tidak media monopoli fotosintesis untuk digunakan sebagai media belajar) juga dilakukan, dengan memberikan angket dan kuisioner pada objek penelitian yaitu peserta didik kelas XII SMA di SMA Negeri 12 Bandar Lampung dan SMA Tri Sukses Natar, dengan total responden yaitu 56 peserta didik. Hal yang menjadi fokus dalam pertanyaan angket adalah terkait pemahaman peserta didik mengenai ketertarikan mereka untuk menggunakan media tersebut. Adapun untuk kisi-kisi instrumen angket minat peserta didik terhadap pengembangan media monopoli, disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18. Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Minat Peserta Didik terhadap Penggunaan Media Monopoli Fotosintesis

Aspek	Indikator Pertanyaan	No item	Keterangan
Perasaan senang	1. Senang terhadap penggunaan media monopoli fotosintesis.	1	Setiap item soal diberikan nilai dengan skala 1-5 oleh para validator.
Tertarik	2. Tertarik terhadap penggunaan media monopoli fotosintesis.	2	Skala 5 menunjukkan item bernilai sangat baik, 4 bernilai baik, 3 untuk kategori nilai cukup
Konsentrasi	3. Melaksanakan proses pembelajaran media monopoli fotosintesis dengan konsentrasi.	3	
Keaktifan	4. Aktif dalam proses	4	

		pembelajaran.			
Kemauan untuk tahu	5.	Mencari tahu tentang jawaban pertanyaan pada pertanyaan yang disajikan terkait materi fotosintesis.	5		baik, 2 dengan kriteria kurang baik, dan 1 untuk tidak baik.
Keterlibatan	6.	Keterlibatan peserta didik dalam kelompok belajar.	6		
Melekatnya pengetahuan pada materi	7.	Mengingat materi pembelajaran yang telah dilaksanakan.	7		

Skala penilaian yang diberikan oleh peserta didik menggunakan skala *likert* dari angka 1 sampai dengan 5, yaitu dengan keterangan: (1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = cukup baik, 4 = baik, 5 = sangat baik).

Kemudian hasil validasi dari dikonversikan ke dalam bentuk skor menggunakan rumus berikut:

$$\frac{E \text{ skor item yang didapat dari validator}}{E \text{ skor maksimal}} \times 100\%$$

Riduwan (2013:18). Hasil validasi materi dan media kemudian dikategorikan kevalidannya melalui kriteria sebagaimana Tabel 9.

4. Penyebarluasan Media Pengembangan Monopoli (*Disseminate*)

Tahap penyebarluasan dilakukan untuk menguji coba produk hasil pengembangan media monopoli fotosintesis agar diterima dan dapat digunakan oleh peserta didik, guru, dan pihak sekolah. Peneliti melakukan uji kelayakan produk menggunakan angket kelayakan produk pada Guru Biologi (dalam MGMP).

Tabel 19. Uji Kelayakan Produk

Aspek	Indikator Pertanyaan	No item	Skala Penilaian Soal
Daya Tarik	Bermain media monopoli fotosintesis sangat menarik dan mengasah kemampuan peserta didik.	1	Setiap item soal diberikan nilai dengan skala 1-5 oleh para validator.
	Monopoli memuat gambar dan warna yang dapat memotivasi belajar peserta didik	2	Skala 5 menunjukkan item bernilai sangat baik, 4 bernilai baik, 3 untuk kategori nilai cukup
Kemudahan Penggunaan	Menggunakan media monopoli fotosintesis lebih memudahkan dalam memahami materi	3	

	Dengan gambar-gambar yang ada dalam media monopoli fotosintesis membuat peserta didik lebih mudah mengerti	4	baik, 2 dengan kriteria kurang baik, dan 1 untuk tidak baik.
Materi/Isi	Pertanyaan yang disajikan pada permainan media monopoli memiliki cakupan materi yang jelas dan runtut sehingga mudah dipahami	5	
Manfaat	Media monopoli fotosintesis dapat menambah wawasan peserta didik dalam belajar biologi di kelas XII	6	

Skala penilaian yang diberikan oleh peserta didik menggunakan skala *likert* dari angka 1 sampai dengan 5, yaitu dengan keterangan: (1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = cukup baik, 4 = baik, 5 = sangat baik). Kemudian hasil validasi dari dikonversikan ke dalam bentuk skor menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{£ skor item yang didapat dari validator}}{\text{£ skor maksimal}} \times 100\%$$

Riduwan (2013: 18).

Selanjutnya dilakukan uji kelayakan terhadap media. Data yang diperoleh dari hasil pengisian kuesioner selanjutnya dianalisis dengan menghitung masing-masing skor dari setiap pertanyaan. Selanjutnya, kesimpulan diperoleh mengenai kondisi setiap item pertanyaan pada objek yang diteliti. Adapun terkait kriteria kelayakan pengembangan media berdasarkan hasil yang didapatkan, maka dapat dengan memperhatikan tabel kualifikasi tingkat kelayakan menurut Prastiwi (2023) berikut ini.

Tabel 20. Kualifikasi Tingkat Kelayakan

Skor	Kriteria
84-100	Sangat Baik
68-83	Baik
52-67	Cukup Baik
36-51	Kurang Baik
20-35	Tidak Baik

C. Aspek Evaluasi Kognitif

1. Evaluasi Kognitif

Pelaksanaan pembelajaran sudah tentu perlu adanya kajian evaluasi mendalam dari ranah penilaian kognitif, afektif, dan juga psikomotoriknya. Evaluasi dalam pembelajaran merupakan suatu tindakan atau proses dalam menentukan nilai sesuatu. Sedangkan M.Chabib Thoha, mendefinisikan evaluasi merupakan kegiatan yang terencana untuk mengetahui keadaan objek dengan menggunakan instrumen dan hasilnya dibandingkan dengan tolok ukur untuk memperoleh kesimpulan (Ramayulis dalam Idrus L, 2019: 923). Sehingga berdasarkan hal tersebut dapat dijelaskan bahwa evaluasi pembelajaran merupakan langkah guru dalam menetapkan instrumen penilaian yang nantinya akan digunakan sebagai bukti refleksi ketercapaian dari peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Dalam penerapan evaluasi perlu memperhatikan beberapa prinsip penting, yaitu kepraktisan (*practicality*), keterandalan (*reliability*), validitas (*validity*), dan keotentikan (*authenticity*) (Nuriyah, 2014: 76).

Salah satu ranah evaluasi yang dikaji adalah kognitif, yaitu mencakup semua materi terkait fotosintesis. Sekurang-kurangnya ada dua macam kecakapan kognitif peserta didik yang perlu dikembangkan oleh guru, yakni pertama, strategi belajar memahami isi materi pelajaran, dan kedua strategi menyakini arti penting isi materi pelajaran dan aplikasinya serta menyerap pesan-pesan moral yang terkandung dalam materi pelajaran tersebut. Tanpa adanya pengembangan dua macam kecakapan kognitif ini, agaknya peserta didik sulit diharapkan mampu mengembangkan ranah afektif dan psikomotor nya sendiri (Akib, 2013: 3). Ranah ketercapaian kognitif untuk materi fotosintesis yang Penulis buat didasarkan pada domain kognitif revisi taksonomi Bloom dimulai dari ranah C3 sampai dengan pada C4. Ranah anak SMA terutama di kelas XII yang merupakan sudah kelas tinggi perlulah pengkajian soal dalam ranah *High Order Thinking Skill* (HOTS). Hal ini dikarenakan sesuai dengan kompetensi perkembangan Peserta Didik Abad Ke-21, diperlukan empat kompetensi dasar bagi peserta didik yang harus dicapai, yaitu: berpikir kritis (*critical thinking*), kemampuan komunikasi (*communication*), kreativitas (*creativity*), dan berkolaborasi (*collaboration*) (Amended, 2019: 3).

Melalui pembelajaran HOTS maka mampu menjadikan peserta didik berpikir sistematis, belajar menganalisis suatu masalah dari berbagai aspek,

mendidik peserta didik percaya diri, dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta kreatif (Kristiyono, 2018: 41). Hal ini sesuai dengan ketercapaian tujuan kurikulum baik itu kurikulum 13 maupun merdeka yang mengharapkan peserta didik mampu mencapai keberhasilan bernalar tinggi dan berpikir kritis dalam proses kognitifnya.

Mengacu pada jenis ranah soal yang dibuat yakni dari C3 sampai dengan C6, maka tabel untuk Keterkaitan Kompetensi Terpilih dan Kompetensi Bloom (Revisi) Ranah Kognitif adalah sebagai berikut.

Tabel 21. Kompetensi Bloom (Revisi) Ranah Kognitif

Jenjang Kognitif	Mengaplikasi (Apply)	Menganalisis (Analyse)	Mengevaluasi (Evaluate)	Mencipta (Create)
Dimensi Pengetahuan	C3	C4	C5	C6
Pengetahuan Faktual	C3 Faktual	C4 Faktual	C5 Faktual	C6 Faktual
Pengetahuan Konseptual	C3 Konseptual	C4 Konseptual	C5 Konseptual	C6 Konseptual
Pengetahuan Prosedural	C3 Prosedural	C4 Prosedural	C5 Prosedural	C6 Prosedural
Pengetahuan metakognitif	C3 Metakognitif	C4 Metakognitif	C5 Metakognitif	C6 Metakognitif

Sumber: (Amaliah, 2021: 156).

Untuk jenis persebaran ranah ketercapaian kognitif terkait soal materi fotosintesis yang Penulis buat yaitu sebanyak 88 soal, persebaran soal dimulai dari ranah C3, lalu berlanjut ke C4, dan C5. Soal disajikan sesuai dengan kisi-kisi fotosintesis dan juga disesuaikan dengan desain media yang telah dibuat. Setiap kotak pada media monopoli menyajikan empat pertanyaan yang berbeda namun dengan konteks materi yang sama, tujuan dari pembuatan soal yang bervariasi ini adalah untuk menghindari peserta didik mendapatkan soal yang sama dan juga melatih daya berpikir dari peserta didik. Untuk daftar pertanyaan yang diberikan, dapat dilihat pada Tabel 5. Selanjutnya, untuk memperkuat pemahaman konsep peserta didik terhadap materi fotosintesis, dilakukan uji tes

berupa ulangan harian yang dilakukan oleh Guru Biologi di kelas XII IPA 1 SMA Negeri 12 Bandar Lampung, tujuannya adalah untuk menambahkan nilai pada salah satu materi di semester 2 yang belum diujicoba dan juga untuk membandingkan hasil ulangan harian materi metabolisme di semester 1 dan hasil ulangan harian perbaikan yang diberikan setelah dilakukan penelitian, adapun Kriteria Kelulusan Minimal (KKM) yang digunakan adalah 78 dengan total responden sebanyak 30 orang.

D. Evaluasi Afektif dan Psikomotorik

Adapun untuk ranah penilaian **afektif**, beberapa level domain yang diterapkan meliputi: **menerima fenomena, menanggapi fenomena, *valuing*, pengorganisasian, dan nilai internalisasi**. Berdasarkan hal tersebut, afektif terpacu pada bagaimana peserta didik bertindak dan bersosial ke sesama peserta didik. Disini peran kolaboratif menjadi hal utama bagaimana sikap peserta didik menunjukkan bagaimana karakter dari peserta didik itu sendiri. Saling menghargai pendapat, bebas berpendapat, bahkan menerima evaluasi serta menerapkan sikap yang lebih baik adalah jangka panjang yang akhirnya bisa diaplikasikan peserta didik dalam kehidupan sehari-hari.

Lalu untuk ranah **psikomotorik**, tindakan **mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengkomunikasikan** adalah terkait tindakan peserta didik yang dilakukan terkait dengan proses kognitif itu sendiri. Peserta didik dituntut menjadi lebih aktif dan bukan guru sebagai pusat belajar. Aktifnya peserta didik dalam proses belajar, maka pembelajaran menjadi lebih bermakna dan tentunya peserta didik lebih mudah memahami penyampaian materi. Sehingga proses dari keterampilan dalam ketercapaian afektif dan psikomotorik ini menjadi pengamatan ketercapaian peserta didik selama bermain monopoli fotosintesis. Hal yang menjadi pusat penilaian psikomotorik secara deskriptif adalah bagaimana antar peserta didik saling berkompetisi dan bekerjasama dalam proses memainkan monopoli fotosintesis untuk mencapai hasil atau tujuan tertentu.