

PENGEMBANGAN METABOLIVERSE WEBSITE PEMBELAJARAN MULTIMEDIA INTERAKTIF MATERI METABOLISME KELAS XII

Yodan Prahardian Riyandika¹, Hendra Michael Aquan²

^{1,2}Universitas Sanata Dharma, Indonesia

¹yodanprahardianriyandika@gmail.com, ²hendra.aquan@usd.ac.id

Abstrak

Pandemi COVID-19 telah mengubah pendidikan tradisional menjadi lingkungan yang lebih online. Guru dan siswa berjuang untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan belajar yang baru sebagai akibat dari perubahan yang tiba-tiba. Partisipan dalam penelitian ini adalah guru dari enam SMA. Biologi merupakan mata pelajaran yang menantang untuk dipelajari, khususnya proses metabolisme. Penelitian ini dilakukan untuk membuat dan menilai kesesuaian *Metaboliverse*, sebuah website multimedia interaktif. Penelitian ini menggunakan model penelitian dan pengembangan Sugiyono yang dibatasi pada 5 tahap yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, dan revisi desain. Penelitian ini menggunakan dua metode pengumpulan data, yaitu wawancara dan kuesioner. Produk telah dikembangkan dengan menggunakan *Google Sites*. Produk kemudian divalidasi oleh satu ahli media, satu ahli materi, dan dua praktisi pembelajaran. Skor validasi adalah 94,38%, dengan kriteria “Sangat Layak”. Penelitian ini menyimpulkan bahwa website *Metaboliverse* sangat layak untuk diujicobakan pada kelompok siswa terbatas dan berpotensi untuk digunakan dalam lingkungan pembelajaran online.

Kata kunci: Google Sites, Metabolisme, Metaboliverse, Multimedia Interaktif, RnD

DEVELOPMENT OF METABOLIVERSE WEBSITE INTERACTIVE MULTIMEDIA LEARNING ON METABOLISM MATERIALS FOR CLASS XII

Yodan Prahardian Riyandika¹, Hendra Michael Aquan²

^{1,2}Sanata Dharma University, Indonesia

¹yodanprahardianriyandika@gmail.com, ²hendra.aquan@usd.ac.id

Abstract

The pandemic COVID-19 has transformed traditional education into a more online environment. Teachers and students struggled to adjust to the new learning environment as a result of the abrupt change. The participants in this study are teachers from six high schools. Biology was a subject that was challenging to learn, particularly the metabolic process. This study was done to create and assess the suitability of *Metaboliverse*, an interactive multimedia website. The research used Sugiyono's research and development model which were limited to 5 stages

including potential and problems, data collection, product design, design validation, and design revision. The research used two data collection methods, namely interviews and questionnaires. The product has been developed by using *Google sites*. The product then being validated by one media expert, one material expert, and two learning practitioners. Score of validation is 94.38%, with criteria of "Very Eligible". This research concluded that the *Metaboliverse* website is very eligible to be tested to limited group of students and has the potential to be used in online learning environment.

Keywords: Google Sites, Interactive Multimedia, Metabolism, Metaboliverse, RnD

Pendahuluan

Pandemi COVID-19 membawa situasi baru dalam dunia pendidikan yakni perubahan dari pembelajaran luring menjadi daring atau Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ). Perubahan ini tentu mengubah dinamika kelas dan memerlukan adaptasi. Dalam proses adaptasi tersebut, pendidik dituntut untuk dapat memfasilitasi kegiatan belajar peserta didik melalui pembelajaran daring yang memanfaatkan teknologi berbasis internet.

Meskipun ada perubahan dinamika pembelajaran, ketercapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran tentu menjadi harapan yang diperjuangkan guru dan peserta didik. Keberhasilan dalam proses pembelajaran dapat diukur dari beberapa indikator sebagai berikut : ketercapaian tujuan pembelajaran, keaktifan siswa untuk berpartisipasi dalam pembelajaran, dan keberhasilan pendidik untuk merangsang daya kreativitas dalam kondisi pembelajaran yang menyenangkan. Ketika indikator tersebut terpenuhi maka kegiatan pembelajaran dapat dikatakan berhasil atau disebut pembelajaran ideal. Dalam rangka mencapai hal tersebut tentunya dipengaruhi berbagai macam faktor yang mendukung di antaranya penyampaian materi yang menarik oleh guru, media pembelajaran yang interaktif, serta alur pembelajaran yang menarik diikuti oleh peserta didik.

Pada pelaksanaannya, guru mengalami kendala dalam pembelajaran daring. Tantangan pembelajaran daring tersebut diketahui dari hasil wawancara dengan guru mata pelajaran biologi dari enam sekolah yakni SMA Immanuel Kalasan, SMA Kolese De Britto, SMA Negeri 1 Ngemplak, SMA Pangudi Luhur, SMA Negeri 1 Prambanan, dan SMA Negeri 11 Yogyakarta. Kendala pembelajaran daring yang ditemui di 6 SMA tersebut antara lain jaringan internet yang bisa saja tidak stabil dan boros kuota khususnya pada kelas virtual yang menggunakan platform seperti *Google Meet* ataupun *Zoom*. Tantangan tersebut tidak dapat dihindarkan karena pembelajaran bertumpu pada kehadiran internet. Keterbatasan waktu dalam pembelajaran menjadi kendala dalam penyampaian materi agar mudah dipahami oleh peserta didik. Selain itu kendala yang dialami berupa keterlambatan pengumpulan tugas atau didapati hasil pekerjaan yang sama antar peserta didik yang diindikasikan sebagai bentuk plagiarisme. Pada pembelajaran daring, guru juga dituntut menyiapkan media pembelajaran yang dapat menarik motivasi dan minat peserta didik. Hasil analisis kebutuhan dalam dinamika kelas dan mencari sumber-sumber pembelajaran yang relevan di internet secara selektif agar dapat menyampaikan materi pembelajaran dengan baik. Materi yang dianggap

sulit untuk diajarkan salah satunya yaitu materi metabolisme. Guru mengalami kesulitan dalam penyampaian materi tersebut karena materi cukup kompleks dan abstrak. Kebutuhan akan media pembelajaran yang menarik juga diperlukan untuk menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran dan membantu dalam pemahaman materi yang disampaikan oleh guru.

Dilihat dari berbagai permasalahan yang dihadapi oleh guru, pengembangan produk yang dibuat berfokus hanya untuk membantu menyelesaikan permasalahan berupa keterbatasan waktu dalam penyampaian materi, memuat materi metabolisme yang dianggap sulit untuk diajarkan, pengadaan media pembelajaran menarik yang tidak memerlukan jaringan yang stabil dan intensif layaknya pertemuan sinkron dengan *Zoom* ataupun *Google Meet* serta tidak memakan banyak kuota internet. Permasalahan yang dihadapi oleh guru perlu untuk ditindaklanjuti dan dibantu dalam penemuan solusinya agar turut meningkatkan mutu dan keberhasilan pembelajaran selama daring.

Berdasarkan Suardi (2015) pembelajaran dapat dikatakan berhasil apabila memenuhi indikator yaitu materi atau bahan ajar dapat dipahami dengan baik secara individual maupun kelompok kelas yang ditunjukkan oleh tercapainya prestasi tinggi di kelas tersebut; dan perilaku yang ditentukan dalam tujuan pembelajaran telah dicapai oleh peserta didik secara individual maupun kelompok. Dalam rangka memenuhi indikator keberhasilan pembelajaran tersebut, pemberian materi disertai gambar dan video dapat dilakukan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik dalam memahami materi yang dirasa sulit. Hal ini juga didukung oleh penelitian Wiroatmojo dan Sasonohardjo dalam Khotimah, dkk. (2019) yang menyebutkan bahwa indera penglihatan memiliki daya serap tertinggi terhadap stimulus yang dalam hal ini adalah materi pembelajaran, yaitu sebanyak 82%. Persentase daya serap indera lainnya yaitu 11% pada indera pendengaran, 3,5% pada indera peraba, 2,5% pada indera perasa, dan 1% pada indera penciuman. Oleh karena itu, apabila diaplikasikan dalam proses pembelajaran maka penting untuk memanfaatkan media pembelajaran yang sifatnya visual dalam rangka meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi dan menjadi salah satu alternatif guru dalam memberikan materi pembelajaran.

Hasil wawancara kebutuhan menunjukkan bahwa para guru dan siswa sudah terbiasa menggunakan internet sebagai sarana pembelajaran biologi. Hal ini menjadi penunjang dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis internet. Selain itu, pengembangan produk dalam penelitian ini mengacu pada enam penelitian relevan terdahulu. Beberapa hasil penelitian tersebut yang menginspirasi dalam pengembangan produk ini antara lain pengembangan media pembelajaran berbasis *Google Sites* pada materi protista mendapatkan hasil skor respon peserta didik terhadap media yang tergolong sangat baik dan layak untuk digunakan (Aulia, dkk., 2021); penerapan *Wordwall* yang dipadukan dengan *Classroom* terbukti meningkatkan motivasi belajar dan prestasi belajar biologi (Arimbawa, 2021); pengembangan LKPD interaktif untuk pembelajaran konsep mol memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif (Herawati, dkk., 2016); penerapan animasi GIF pada kegiatan pembelajaran mendapatkan hasil dengan kategori sangat layak (Asyhari & Fitri, 2017); penelitian penggunaan aplikasi Padlet terbukti meningkatkan hasil belajar peserta didik (Nurhayati, 2022); dan pemanfaatan media YouTube sebagai media pembelajaran mendapatkan hasil peningkatan motivasi belajar, aktivitas belajar, serta meningkatnya kualitas diskusi antara guru dan peserta didik (Suwanto,

dkk., 2021). Berdasarkan temuan masalah dan pertimbangan di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan *Metaboliverse* Website Pembelajaran Multimedia Interaktif Materi Metabolisme Kelas XII”.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau disebut juga *Research and Development* (RnD) model Sugiyono. Model RnD yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model RnD Sugiyono tahapan satu hingga kelima. Tahapannya yaitu pencarian potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, dan revisi desain (Sugiyono, 2013).

Teknik pengumpulan data yang pertama adalah wawancara analisis kebutuhan dengan guru biologi dari enam SMA di Yogyakarta dan sekitarnya. Keenam sekolah tersebut yaitu SMA Immanuel Kalasan, SMA Kolese De Britto, SMA Negeri 1 Ngemplak, SMA Pangudi Luhur, SMA Negeri 1 Prambanan, dan SMA Negeri 11 Yogyakarta. Data wawancara analisis diolah oleh peneliti untuk mengidentifikasi dan membuat produk. Teknik pengumpulan data yang kedua adalah dengan mengisi kuesioner produk yang diisi validator yaitu dua guru biologi sebagai praktisi dan dua dosen Pendidikan Biologi sebagai pakar atau tenaga ahli.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dengan hasil wawancara analisis kebutuhan dan kuesioner validasi produk. Data hasil wawancara analisis kebutuhan digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan guru dalam pembelajaran biologi dan membantu peneliti menentukan produk yang hendak dikembangkan. Data hasil kuesioner produk digunakan untuk mengetahui kevalidan dan kelayakan media pembelajaran yang telah dibuat oleh peneliti. Perbaikan atau penyempurnaan produk juga didasarkan pada komentar atau saran validator. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menggunakan data dari perolehan skor lembar validasi produk oleh validator untuk mendapatkan hasil berupa kelayakan produk yang dikembangkan peneliti. Kategori penilaian validasi produk berdasarkan Arikunto dalam Handoko, dkk., (2021) seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Produk

No.	Skor Presentase	Interpretasi
1.	81%-100%	Sangat layak
2.	61%-80%	Layak
3.	41%-60%	Cukup layak
4.	21%-40%	Kurang layak
5.	0%-20%	Sangat kurang layak

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara berdasar kisi-kisi dengan narasumber guru biologi jenjang SMA. Kisi-kisi wawancara meliputi enam aspek yaitu identitas guru, pelaksanaan pembelajaran, model dan metode pembelajaran, materi pembelajaran, media pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran. Peneliti memilih tiga sekolah swasta yaitu SMA Immanuel Kalasan, SMA Kolese De Britto, SMA Pangudi Luhur, dan tiga sekolah negeri yaitu SMA Negeri 1 Ngeplak, SMA Negeri 1 Prambanan, dan SMA Negeri 11 Yogyakarta. Pemilihan sekolah yang beragam ini tujuannya untuk mendapatkan informasi variatif dan harapannya dapat mencerminkan permasalahan yang dialami guru biologi.

Berdasar temuan analisis kebutuhan, peneliti menemukan ada persamaan potensi dan masalah yang dapat digunakan sebagai dasar dari pengembangan produk. Potensi yang ditemui pada tiap sekolah yaitu guru dan peserta didik sudah biasa menggunakan media berbasis IT dengan bantuan laptop atau *smartphone* dalam kegiatan pembelajaran. Guru juga memiliki harapan adanya pengembangan media pembelajaran interaktif untuk materi metabolisme yang memuat video pembelajaran dan animasi yang menarik minat peserta didik dikarenakan materi tersebut dianggap materi tersulit karena cenderung abstrak. Selain itu, perlu adanya kegiatan praktikum yang dapat dilakukan secara mandiri dengan alat dan bahan yang tidak sulit didapatkan oleh peserta didik.

Pengembangan Produk Awal

Pengembangan produk didasari pada analisis kebutuhan yang sudah dilakukan. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu berupa *website* pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII yang bernama *Metaboliverse* (*Metabolism Universe*). Nama tersebut mempunyai arti yaitu *universe* = alam semesta dan *metabolism* = metabolisme, sehingga dapat diartikan sebagai ruang dan waktu untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan metabolisme. Produk ini dapat diakses dan digunakan melalui komputer, laptop, *tablet*, maupun *smartphone*. Produk dapat diakses melalui tautan sebagai berikut <https://sites.google.com/view/metaboliverse>.

Pengembangan produk ini menggunakan *Google Sites* sebagai platform utama dan dikombinasikan dengan platform digital lainnya yang mendukung media pembelajaran interaktif antara lain *Wizer.me*, *Wordwall*, *Padlet*, *Google Form*, *YouTube*, dan animasi GIF. Masing-masing media mempunyai peranan dalam produk. *Wizer.me* sebagai media untuk LKPD interaktif. *Wordwall* sebagai media untuk *pretest* dan *posttest*. *Padlet* sebagai media untuk diskusi dalam pembelajaran. *Google Form* digunakan sebagai presensi peserta didik sebelum mengikut pembelajaran. *YouTube* dan animasi GIF digunakan sebagai sumber belajar sekaligus mengilustrasikan materi agar meningkatkan minat belajar serta memudahkan peserta didik dalam memahami materi.

Secara umum, desain yang digunakan pada *website* ini didominasi oleh warna biru. Pada bagian latar belakang dipilih warna biru muda dikombinasikan dengan warna biru tua, putih, dan merah muda. Selain itu, dalam produk juga didesain menggunakan gambar yang menarik seperti adanya karakter guru untuk menimbulkan kesan komunikatif. Dalam penggunaan *website* dibantu dengan tombol navigasi dengan gambar yang disesuaikan kegunaannya. Contoh tombol navigasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tombol Navigasi

Produk ini juga dilengkapi dengan beberapa komponen lain yaitu halaman utama, capaian kompetensi, peta konsep, pembelajaran, materi, penugasan, video, glosarium, daftar pustaka, dan profil penyusun. Berikut penjelasan dari masing-masing komponen website *Metaboliverse*:

1. Halaman utama



Gambar 2. Tampilan Awal Website

Halaman utama yaitu tampilan yang dilihat pertama kali ketika mengakses produk, seperti terlihat pada Gambar 2. Pada halaman itu terdapat tulisan berjalan dan audio berisi sambutan dan kata pengantar untuk pengguna produk. Selain itu memuat pula deskripsi produk, petunjuk penggunaan produk, gambaran umum materi, dan juga berbagai menu seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Menu Pada Halaman Utama

2. Halaman capaian kompetensi

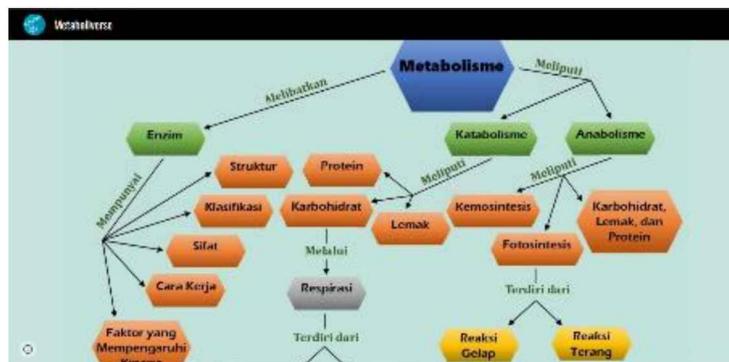
Bagian ini berisi kompetensi inti dan kompetensi dasar pembelajaran materi metabolisme seperti yang terlihat pada Gambar 4. Kompetensi inti yang tercantum meliputi KI 3 dan KI 4 mata pelajaran biologi SMA. Sedangkan kompetensi dasar yang tercantum adalah KD 3.2 dan KD 4.2 terkait dengan materi metabolisme kelas XII.



Gambar 4. Tampilan Halaman Capaian Kompetensi

3. Halaman peta konsep

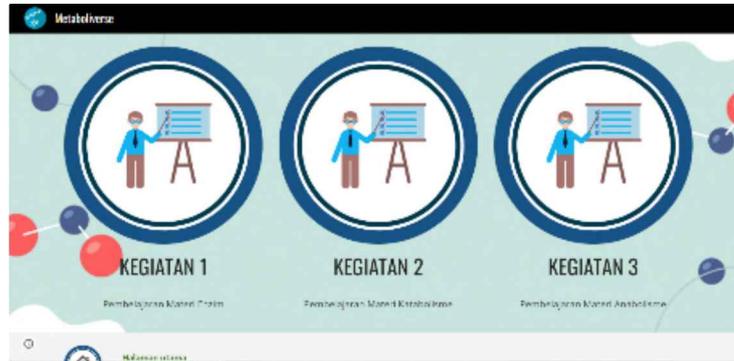
Bagian ini berisi peta konsep materi dengan bentuk segi enam warna-warni dilengkapi dengan keterangan dan garis panah sebagai penghubung. Selain itu ada kata kunci yang berisikan kata penting dalam memahami materi metabolisme. Tampilan halaman peta konsep dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Halaman Peta Konsep

4. Halaman pembelajaran

Bagian ini berisi petunjuk kegiatan pembelajaran dan 3 menu kegiatan pembelajaran sesuai dengan materi per pertemuannya seperti terlihat pada Gambar 6. Kegiatan 1 berisi pembelajaran materi enzim, kegiatan 2 berisi materi katabolisme, dan kegiatan 3 berisi materi anabolisme.

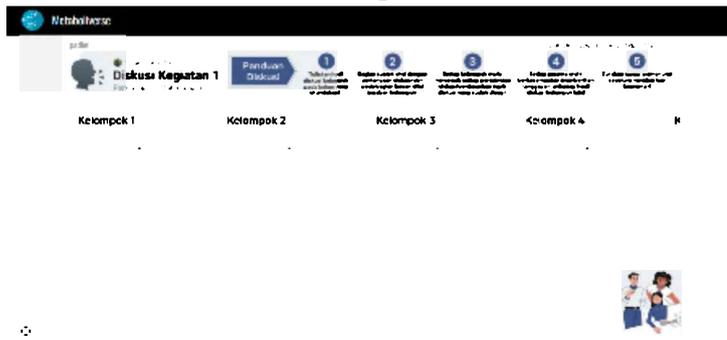


Gambar 6. Menu Kegiatan Pembelajaran

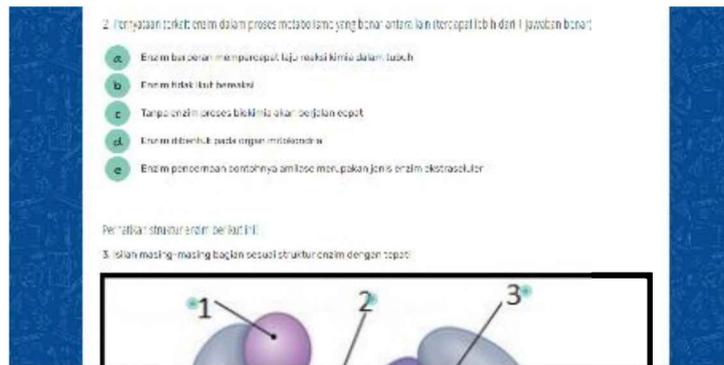
Setiap kegiatan pembelajaran memuat tulisan bergerak berisi sambutan pada pengguna dan mengingatkan untuk membaca materi terlebih dahulu sebelum mengikuti pembelajaran. Selanjutnya ada presensi, apersepsi dengan gambar dan penjelasan, tujuan pembelajaran, *pretest*, diskusi (mencakup petunjuk kegiatan, LKPD dan forum diskusi berupa *Padlet*), *posttest*, penugasan berupa praktikum mandiri, dan penutup. *Pretest* dan *posttest* dibuat dengan *Wordwall* seperti terlihat pada Gambar 7. Forum diskusi *Padlet* mempunyai tampilan seperti pada Gambar 8. Sedangkan tampilan LKPD dibuat dengan *Wizer.me* seperti terlihat pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 7. Contoh Tampilan *Pretest & Posttest*



Gambar 8. Contoh Tampilan Forum Diskusi *Padlet*



Gambar 9. Contoh Tampilan LKPD Diskusi



Gambar 10. Contoh Tampilan LKPD Praktikum

5. Halaman materi

Bagian ini berisi sambutan, penjelasan halaman materi, dan 3 menu materi. Materi 1 memuat materi enzim, materi 2 memuat materi katabolisme, dan materi 3 memuat materi anabolisme, seperti yang tampak pada Gambar 11. Setiap menu berisi rangkuman penjelasan materi dilengkapi dengan animasi GIF dan gambar relevan untuk membantu memahami materi.



Gambar 11. Menu Materi

6. Halaman penugasan

Bagian ini berisi sambutan, penjelasan halaman penugasan, dan 3 menu tugas sesuai sub materi metabolisme yang dipelajari seperti terlihat pada Gambar 12. Tugas 1 memuat LKPD praktikum enzim katalase, tugas 2 memuat LKPD praktikum fermentasi anaerob, dan tugas 3 memuat LKPD praktikum fotosintesis. Pada halaman penugasan juga tertulis kata mutiara dari beberapa tokoh, harapannya peserta didik dapat terinspirasi dan termotivasi sebelum

mengerjakan tugas. Setiap menu tugas merupakan pintasan menuju LKPD praktikum yang sama pada halaman pembelajaran. Hal ini dibuat agar peserta didik dapat lebih fleksibel dalam mengakses LKPD tugas praktikum mandiri tanpa harus masuk terlebih dahulu ke menu pembelajaran.



Gambar 12. Menu Tugas

7. Halaman video

Bagian ini berisi penjelasan materi dan tutorial mengaktifkan *subtitle* pada video dengan Bahasa Indonesia. Selain itu ada berbagai video yang bersumber dari *YouTube* terkait materi enzim, katabolisme, dan anabolisme, seperti yang terlihat pada Gambar 13. Hal ini dapat digunakan untuk membantu mempermudah pemahaman peserta didik.



Gambar 13. Tampilan Halaman Video

8. Halaman glosarium

Glosarium berisi definisi dari kata kunci dan kata asing, seperti terlihat pada Gambar 14. Pada halaman ini, dilengkapi dengan keterangan huruf awal pada kata untuk mempermudah pencarian oleh pengguna.

Validasi Produk

Validasi produk *Metaboliverse* dilakukan dengan tujuan mengetahui kelayakan produk dan mendapatkan komentar maupun saran yang membangun dalam rangka perbaikan produk pada komponen media maupun materi. Proses validasi melibatkan empat orang meliputi satu ahli media dari dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma, satu ahli materi dari dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma, dan dua praktisi yaitu guru biologi SMA Kolese De Britto dan SMA Negeri 1 Ngemplak. Komponen media mencakup delapan aspek yaitu cara penggunaan dan kepraktisan, kelengkapan, tampilan, tata letak, navigasi, multimedia, menarik dan interaktif, serta keterlibatan peserta didik. Hasil validasi komponen media dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil validasi komponen media

Aspek yang Dinilai	Hasil dari Validator			Rerata
	Ahli Media	Praktisi I	Praktisi II	
Cara Penggunaan dan Kepraktisan	4	4	3	3,67
Kelengkapan	4	4	4	4
Tampilan	3	4	4	3,67
Tata Letak	4	4	3	3,67
Navigasi	4	4	4	4
Multimedia	3	4	4	3,67
Menarik dan Interaktif	4	4	4	4
Keterlibatan Peserta Didik	4	4	4	4
Total Skor	30	32	30	30,67
Rata-rata	3,75	4	3,75	3,83
Persentase	93,75	100	93,75	95,83
Kriteria	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak

Perhitungan persentase validator mencakup ahli media, praktisi I, dan praktisi II yaitu 93,75%, 100%, dan 93,75% yang mana ketiganya termasuk dalam kategori sangat layak berdasarkan kriteria kelayakan produk. Rata-rata persentase ketiga validator yaitu 95,83% sehingga diketahui produk *Metaboliverse website* pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai kriteria sangat layak komponen medianya.

Komponen materi mencakup enam aspek yaitu kesesuaian materi, keakuratan materi, kedalaman materi, keluasan materi, penyajian materi, dan penggunaan bahasa. Hasil validasi komponen materi dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil validasi komponen materi

Aspek yang Dinilai	Hasil dari Validator			Rerata
	Ahli Materi	Praktisi I	Praktisi II	
Kesesuaian Materi	4	4	4	4
Keakuratan Materi	4	3	4	3,67
Kedalaman Materi	3	4	4	3,67
Keluasan Materi	4	4	4	4
Penyajian Materi	3	4	4	3,67
Penggunaan Bahasa	3	4	3	3,33
Total Skor	21	23	23	22,33
Rata-rata	3,5	3,83	3,83	3,72
Persentase	87,5	95,83	95,83	93,06
Kriteria	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak

Perhitungan validator mencakup ahli materi, praktisi I, dan praktisi II yaitu 87,5%, 95,83%, dan 95,83% yang mana ketiganya termasuk dalam kategori sangat layak berdasarkan kriteria kelayakan produk. Rata-rata persentase ketiga validator yaitu 93,06% sehingga dapat diketahui produk berupa *Metaboliverse website* pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai kriteria sangat layak komponen materinya.

Setelah mendapatkan hasil penilaian dari seluruh validator dilakukan perhitungan rerata hasil validasi akhir produk. Hasil validasi akhir produk merupakan perhitungan dari hasil validasi komponen media dan hasil validasi komponen materi yang sudah didapatkan. Rekapitulasi perhitungan rerata akhir produk dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Rerata Validasi Akhir Produk

No.	Validasi	Hasil
1.	Media	3,83
2.	Materi	3,72
Rerata Akhir		3,78
Persentase		94,38
Kriteria		Sangat Layak

Berdasarkan hasil yang didapatkan, produk *Metaboliverse website* pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII yang dikembangkan peneliti mendapatkan rata-rata 3,78 yang diperoleh dari rata-rata hasil validasi komponen media dan komponen materi yaitu 3,83 dan 3,72. Rata-rata dari keseluruhan aspek yaitu media dan materi yaitu 3,78 atau 94,38% sehingga dapat dikategorikan sangat layak berdasarkan kriteria kelayakan produk.

Revisi Produk

Revisi terhadap isi produk yang dikembangkan oleh peneliti, diperbaiki atas komentar dan saran dari validator baik dari segi media maupun materi. Tidak banyak perubahan yang dilakukan sebab komentar dan saran dari validator produk yang diberikan kepada produk sudah memuaskan. Pada segi media, perbaikan hanya terdapat pada hal teknis misalnya penambahan gambar, pemilihan warna pada peta konsep, dan pemilihan gambar yang lebih relevan dengan pengguna produk. Sedangkan pada segi materi, perbaikan yang dilakukan hanya pada penulisan yang perlu disesuaikan dengan tata tulis yang baik dan benar mengacu pada PUEBI.

Pembahasan

Produk yang dikembangkan oleh peneliti berupa *website* yang menggunakan *Google Sites* sebagai platform utama. Alasan dipilihnya platform tersebut karena dapat digunakan secara gratis, mudah dalam pengoperasiannya dan menyediakan banyak fitur yang mendukung untuk pengembangan media pembelajaran. Sejalan dengan yang disampaikan oleh Yuniarto, dkk. (2020), bahwa penggunaan *Google Sites* sebagai media pembelajaran mempunyai keunggulan sebab tidak hanya memuat kata-kata melainkan dapat juga memuat gambar, video, dan fitur lain yang dapat diintegrasikan dalam tampilan *website*. Melihat potensi yang dimiliki *Google Sites*, platform ini sangat memungkinkan untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran yang memuat multimedia yang menunjang pembelajaran. Kombinasi penggunaan beberapa media dalam menyajikan informasi meliputi penggunaan teks, grafik, gambar, video, animasi dan audio merupakan definisi dari multimedia (Darmawan, 2014).

User Interface (UI) menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pengembangan produk berbasis *website*. Selaras yang disampaikan oleh Geasela, dkk. (2018), *UI* merupakan tampilan visual yang meliputi tampilan visual seperti

kombinasi penggunaan warna, tipografi, tata letak layout, dan desain lainnya. Tingkat kenyamanan dan kejudahan penggunaan produk akan lebih baik apabila memperhatikan *UI* dalam pengembangannya. Peneliti menggunakan kombinasi beberapa warna yang terdiri dari warna biru muda sebagai *background* kemudian warna biru tua, merah muda, dan putih sebagai variasi warna desain. Warna biru dipilih karena warna ini menggambarkan alam seperti air dan langit yang memberikan kesan kehidupan (Purbasari & Jakti, 2014). Pengertian warna biru secara psikologis mempunyai arti kedamaian, ketenangan, kebersihan, dan santai (Purbasari & Jakti, 2014) namun juga mempunyai arti adanya tantangan (Purnama, 2010).

Komponen *User Interface* lainnya yang perlu diperhatikan berdasarkan Geasela, dkk. (2018) yaitu tipografi dan kerapian letak *layout*. Peneliti melakukan pengembangan produk *website* dengan memperhatikan kekonsistensian penggunaan jenis dan ukuran huruf. Penggunaan ukuran serta jenis yang tidak sama bertujuan untuk menandakan *section* atau bagian berbeda yang tersusun di laman *website*. Pada beberapa bagian terdapat penulisan kata atau kalimat yg dituliskan secara tebal atau miring. Penulisan tadi bertujuan untuk menyampaikan sorotan atau menggarisbawahi poin krusial agar menerima perhatian lebih pengguna *website*. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Zainudin (2022) yaitu penataan serta pemilihan huruf dapat memberikan kesan eksklusif untuk membantu pengguna *website* dalam memahami isi yang tersedia dalam laman *website*.

Penyusunan tata letak *layout* juga diperhatikan dalam pengembangannya. Peneliti berusaha menyusun konten isi pada *website* supaya tersusun dengan rapi dan nyaman untuk dicermati. Selain itu, peneliti juga berusaha secara maksimal untuk meminimalisir adanya tempat kosong pada *website*. Hal ini selaras dengan yang disampaikan Widyana & Waluyanto (2022) berkaitan dengan cara menyusun gambar, tulisan, juga elemen lain supaya terbentuk susunan yang baik. Penyusunan halaman *website* yang baik tentu akan memudahkan pengguna *website* memahami pesan yang terkandung pada halaman *website*.

Pengembangan sistem navigasi yang baik akan memudahkan dalam penggunaan produk. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Hartadi, dkk. (2020), penggunaan ikon navigasi dengan gambar yang sesuai dengan fungsi akan memudahkan penggunaan media. Pengembangan produk *metaboliverse* menggunakan tombol navigasi dengan desain gambar yang menggambarkan fungsi tombol dan disertai dengan keterangan agar memudahkan pengguna dalam menelusuri halaman *website*. Penggunaan tombol juga fleksibel dikarenakan pengguna dapat melakukan klik pada gambar ikon navigasi sesuai dengan kebutuhan. Produk juga didesain dengan membaginya menjadi beberapa bagian meliputi halaman utama, capaian kompetensi, peta konsep, pembelajaran, materi, penugasan, video, glosarium, daftar pustaka, dan profil penyusun.

Produk yang dikembangkan terdiri dari enam macam platform dan media interaktif antara lain *Wizer.me*, *Wordwall*, *Padlet*, Animasi *GIF*, *YouTube*, dan *Google Form*. Setiap platform mempunyai peran dalam produk dan dikemas menjadi satu kesatuan produk. Tujuannya agar menunjang penyampaian informasi kepada pengguna dengan baik. Ketika informasi dapat diterima dengan baik oleh pengguna maka tujuan pembelajaran akan tercapai. Ketercapaian tujuan pembelajaran akan lebih mudah apabila pembelajaran yang dilakukan secara efektif. Pembelajaran efektif menurut Jihad & Haris (2013) yaitu pembelajaran

yang memberikan peserta didik kemudahan dalam mempelajari suatu hal yang sifatnya bermanfaat atau mencapai tujuan pembelajaran.

Salah satu karakteristik media pembelajaran yang baik yaitu adanya penggunaan banyak media dalam suatu produk. Selaras dengan yang disampaikan Tafonao (2018) yang menyampaikan bahwa karakteristik media pembelajaran yang baik yaitu variatif. Penggunaan media yang variatif tentu akan menunjang gaya belajar peserta didik yang berbeda-beda. Menurut Wahyuni (2017), terdapat tiga jenis gaya belajar yaitu gaya belajar visual yang utamanya menggunakan indera penglihatan, auditori yang utamanya menggunakan indera pendengaran, dan kinestetik yang utamanya menggunakan indera peraba atau melakukan gerakan. Di dalam produk, peserta didik yang memiliki gaya belajar visual dapat diakomodasi dengan adanya penyajian gambar, animasi, tabel, grafik, dan video. Peserta didik yang memiliki gaya belajar auditori dapat diakomodasi dengan adanya penyajian materi melalui lagu dan video pembelajaran. Sedangkan peserta didik yang memiliki gaya belajar kinestetik dapat diakomodasi dengan adanya kegiatan praktikum dalam proses pembelajaran.

LKPD dalam produk yang membantu proses pembelajaran dikembangkan menggunakan *wizer.me*. Pengertian LKPD menurut Umbaryati (2016) yaitu penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat dijadikan sebagai pedoman bagi pendidik dan peserta didik dalam rangka mendukung kegiatan pembelajaran. Terdapat dua macam LKPD yang digunakan dalam produk yaitu LKPD tipe pengayaan dan LKPD tipe praktikum.

Tipe LKPD dalam produk dipilih oleh peneliti berdasarkan penggunaan model pembelajaran yang terakomodasi dalam produk yaitu *flipped classroom*. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk mempelajari terlebih dahulu materi sebelum mengikuti pembelajaran. Oleh sebab itu LKPD pengayaan sangat cocok digunakan selama kegiatan pembelajaran supaya melatih peserta didik yang sudah mempunyai bekal pengetahuan yang dipelajari sebelumnya.

Tipe LKPD lainnya yaitu praktikum bertujuan untuk melatih kemampuan kognitif sekaligus psikomotorik peserta didik. Hal ini juga didukung dengan materi yang dikemas dalam produk yaitu metabolisme yang mengakomodasi adanya praktikum disetiap sub materinya. Pada sub materi enzim tersedia virtual lab dalam LKPD praktiknya dan pada materi lainnya memanfaatkan alat dan bahan sederhana yang dapat ditemui peserta didik dilingkungannya. Tujuannya sebagai alternatif solusi permasalahan yang ditemui saat analisis kebutuhan yaitu adanya kendala dalam penggunaan alat dan bahan praktikum ketika pembelajaran daring.

Seluruh LKPD yang terdapat diproduksi dikemas dalam media *wizer.me*. Pemilihan media tersebut didasari variatifnya fitur-fitur yang disediakan dan interaktif. Selaras dengan yang disampaikan Kumalasari & Julianto (2018) bahwa *wizer.me* mempunyai fitur antara lain mengelompokkan, mencocokkan, menggambar, *puzzle*, dan lain sebagainya. Kelebihan lain yang dimiliki oleh *wizer.me* yaitu mempunyai kelebihan dalam menambahkan gambar, audio, video, serta dapat mengakomodasi interaksi antara guru dan peserta didik misalnya saling melihat tanggapan (Kopniak, 2018).

Penggunaan *wordwall* dalam produk ditujukan untuk mengakomodasi evaluasi pembelajaran peserta didik berupa *pretest* dan *posttest*. Pemberian evaluasi pembelajaran merupakan bentuk penentuan nilai hasil belajar melalui pengukuran dengan membandingkan tingkat keberhasilan belajar masing-masing peserta didik

dengan standar tertentu (Idrus, 2019). Dengan adanya kegiatan *pretest* dan *posttest* diharapkan guru dapat mengetahui sejauh mana peserta didik memahami materi yang dipelajarinya. *Wordwall* dipilih karena cocok digunakan untuk media kuis. Fitur dalam *wordwall* juga memungkinkan guru untuk mengetahui jumlah jawaban benar dan salah peserta didik setiap soal serta terdapat rekapan hasil pekerjaan tiap peserta didik. Disisi lain *wordwall* mempunyai tampilan yang menarik sehingga tidak terkesan monoton dan menegangkan. Adanya fitur dan keseruan yang ditawarkan dalam *wordwall* menjadi salah satu pertimbangan peneliti untuk menggunakannya dengan tujuan peserta didik dapat melatih kemampuan belajarnya secara menyenangkan layaknya bermain *game*. Penggunaan media pembelajaran *game* edukasi dapat membantu perkembangan kognitif peserta didik terkait literasi, pemahaman konsep, berpikir secara kritis, dan bersikap positif (Handarini, dkk., 2020).

Media *Padlet* dalam pengembangan produk berperan untuk mengakomodasi kegiatan diskusi dalam pelaksanaan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran yang terdapat dalam produk yang dikembangkan oleh peneliti memuat tiga pertemuan yang mana setiap pertemuan terdapat kegiatan diskusi. Hal ini dapat berjalan dengan baik dan terstruktur apabila menggunakan media yang dapat mengakomodasi hal tersebut terlebih ketika digunakan pada pembelajaran secara daring. *Padlet* merupakan platform yang dapat memfasilitasi hal tersebut dikarenakan mampu untuk mengatur, mengunggah, dan berbagi konten antar pengguna ke sebuah papan buletin virtual secara langsung dan aktual. Pernyataan tersebut didukung oleh Sanuhung, dkk. (2022) yang menyatakan bahwa *Padlet* memungkinkan pembelajaran berlangsung secara sinkron walaupun pembelajaran dilakukan secara daring dari tempat yang berbeda-beda. Penggunaan *Padlet* ini dalam pembelajaran konvensional dapat menggantikan peran papan tulis di kelas. Selain itu peneliti juga memilih media ini dikarenakan mampu mengakomodasi tiap peserta didik untuk berbagi pendapat dan menanggapi tanggapan peserta didik lain bukan hanya berupa tulisan namun juga dapat berupa video ataupun gambar. Selaras dengan yang disampaikan oleh Nofrion (2017) bahwa *Padlet* dalam pembelajaran dapat digunakan untuk berbagi ide maupun berdiskusi secara tulisan, video, maupun gambar.

Penggunaan animasi *GIF* dalam produk mempunyai peran sebagai sumber belajar dan mengilustrasikan materi. Animasi *GIF* atau *Graphic Interchange Format* dipilih peneliti karena dapat memberikan pengilustrasian suatu proses dengan baik karena terlihat jelas pergerakannya. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Rini, dkk. (2022) bahwa *GIF* merupakan jenis animasi yang terdiri dari penyatuan potongan gambar yang diatur waktu dan kecepatannya sehingga seolah-olah terdapat gerakan subjek pada gambar tersebut. Pada materi metabolisme yang dikembangkan peneliti, animasi *GIF* ini sangat cocok dalam memberikan gambaran suatu proses misalnya menggambarkan proses cara kerja enzim, teori kerja enzim, dan cara kerja inhibitor yang menghambat kinerja enzim sehingga peserta didik akan lebih memahami materi. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Esra, dkk. (2017) yang mendapati bahwa penggunaan animasi *GIF* dalam pembelajaran mampu membantu peserta didik untuk memahami materi pembelajaran. Penggunaan animasi *GIF* dapat membantu terlaksananya proses pembelajaran menjadi lebih menarik (Sukiyasa & Sukoco, 2013). Hal inilah yang mendasari peneliti untuk memilih bentuk animasi

dibandingkan gambar biasa dalam menjelaskan suatu proses dikarenakan lebih menyenangkan untuk disimak dan cenderung membangkitkan rasa keinginan belajar.

Platform *YouTube* yang digunakan peneliti dalam mengembangkan produk mempunyai peran yang serupa dengan penggunaan animasi *GIF* akan tetapi dalam format video dan mampu mengakomodasi penjelasan yang lebih banyak. Penggunaan platform *YouTube* dalam produk yang dikembangkan peneliti, digunakan sebagai sarana menyampaikan rangkuman materi dan referensi-referensi relevan yang mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran. Peneliti memilih penyampaian materi juga dalam bentuk video karena dapat menarik perhatian peserta didik sekaligus sebagai variasi media pembelajaran. Menurut Khotimah, dkk. (2019), media yang merangsang atensi peserta dapat meningkatkan fokus dalam pembelajaran dan dapat memahaminya dengan baik.

Platform terakhir yang digunakan dalam pengembangan produk yaitu *Google Form*. Platform digunakan dalam produk yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai peran sebagai alat untuk mengumpulkan rekap presensi sebelum kegiatan pembelajaran dimulai pada setiap pertemuannya. Penggunaan *Google Form* dianggap lebih praktis oleh peneliti karena pendidik akan mendapatkan rekapan hasil setelah peserta didik selesai mengisi. Pengisian presensi melalui *Google Form* tidak dapat diwakilkan oleh orang lain dikarenakan peserta didik harus login menggunakan *email* pribadi masing-masing. Kelebihan lain dari penggunaan *google form* ini yaitu guru dapat membatasi waktu pengisiannya dan dapat melihat waktu pengumpulan *form* dari tiap-tiap peserta didik.

Setelah produk selesai dirancang, *Metaboliverse* diujikan kepada empat orang ahli dibidangnya dengan rincian sebagai berikut: satu orang ahli media yaitu R.H, seorang dosen Program Studi Pendidikan Biologi; satu orang ahli materi yaitu B., seorang dosen Program Studi Pendidikan Biologi; dua orang praktisi yaitu M.M.S.F, seorang guru mata pelajaran biologi SMA Kolese De Britto selaku praktisi I dan S., seorang guru mata pelajaran biologi SMA Negeri 1 Ngemplak selaku praktisi II.

Penilaian produk terbagi menjadi dua komponen yaitu komponen media dan komponen materi. Pada komponen media mencakup delapan aspek meliputi cara penggunaan dan kepraktisan, kelengkapan, tampilan, tata letak, navigasi, multimedia, menarik dan interaktif, serta keterlibatan peserta didik. Sedangkan pada komponen materi mencakup enam aspek meliputi kesesuaian materi, keakuratan materi, kedalaman materi, keluasan materi, penyajian materi, dan penggunaan bahasa.

Hasil validasi, *Metaboliverse* mendapatkan rata-rata 3,83 pada komponen media dan 3,72 pada komponen materi. Rata-rata skor validasi *Metaboliverse* secara keseluruhan adalah 3,78. Hasil tersebut apabila dijadikan persentase menjadi 94,38%. Produk tersebut termasuk dalam kriteria “Sangat Layak” (Arikunto dalam Handoko, dkk, 2021).

Atas dasar kriteria tersebut, maka *Metaboliverse* berpotensi untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemui pada sekolah-sekolah yang menjadi sumber informasi selama analisis kebutuhan. Hasil validasi yang tinggi pada produk *Metaboliverse* tidak lepas dari kesesuaiannya dari fungsi media menurut Aghni (2018) yang mencakup fungsi atensi, afektif, kognitif, dan kompensatoris.

Fungsi atensi berkaitan dengan visual yang mampu menarik perhatian peserta didik sehingga dapat mendukung konsentrasi. Hal ini dibuktikan dengan tingginya nilai validasi komponen media terutama pada aspek menarik dan interaktif yang mendapatkan rata-rata nilai validasi aspek maksimal yaitu 4. Selain itu penggunaan berbagai macam multimedia interaktif menjadi kunci menariknya produk yang dikembangkan oleh peneliti.

Fungsi afektif berkaitan dengan tingkat kenyamanan peserta didik dalam proses belajar melalui media pembelajaran. Hal ini didukung dengan tingginya nilai validasi aspek cara penggunaan dan kepraktisan yaitu mendapat rata-rata nilai aspek 3,67 serta didukung dengan rata-rata maksimal pada aspek navigasi yaitu 4 sehingga produk *Metaboliverse* dapat nyaman dalam menggunakannya. Penggunaan produk yang mudah dan sistem navigasi yang baik akan selaras dengan tingkat kenyamanan pengguna *website* terutama peserta didik untuk mempelajari materi pembelajaran.

Fungsi kognitif berkaitan dengan dukungan dari berbagai temuan bahwa media pembelajaran dapat mendukung peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Hal ini didukung dengan tingginya perolehan nilai rata-rata pada komponen materi. Komponen yang dimaksud antara lain kesesuaian materi, keakuratan materi, kedalaman materi, keluasan materi, dan penyajian materi. Selain itu, penggunaan multimedia seperti animasi ataupun video relevan juga akan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajarinya.

Sedangkan fungsi terakhir yaitu kompensatoris merupakan fungsi yang berkaitan dengan membantu pemahaman siswa yang mengalami kesulitan atau lambat dalam memahami materi. Hal ini dapat teratasi dengan beragamnya pilihan sarana belajar yang terakomodasi dalam produk *Metaboliverse* dan upaya penambahan-penambahan media yang membantu penggambaran materi kepada peserta didik seperti animasi dan video tentu akan menunjang kemudahan peserta didik memahami materi metabolisme yang dianggap abstrak. Hal ini juga didukung oleh tingginya nilai validasi dari kedua komponen produk *Metaboliverse*.

Produk *Metaboliverse* dengan hasil validasi yang tinggi juga membuktikan bahwa produk ini memenuhi karakteristik media pembelajaran interaktif yang baik. Menurut Zaman (2012), karakteristik media pembelajaran interaktif meliputi *curriculum, content, communication, computer capacity, creativity, compatibility, cosmetic, dan interactivity*.

Karakteristik *curriculum* yang dimaksud yaitu hendaknya media pembelajaran disesuaikan dengan kurikulum yang ada yaitu terkait dengan kesesuaian sasaran dan tujuan; konsistensi antara tujuan, materi, dan evaluasi; kelengkapan unsur dalam pembelajaran; dan memperhatikan pedagogik. Hal tersebut sudah diakomodasi dalam *Metaboliverse* yang pengembangannya mengacu pada kurikulum 2013 sesuai hasil analisis kebutuhan.

Karakteristik selanjutnya adalah *content*, yang dimaksud oleh karakteristik ini yaitu media pembelajaran interaktif yang dibuat didasari pada aspek ketepatan materi; memperhatikan cakupan, kedalaman, dan aktualitas; dan kelengkapan sumber. Hal ini sudah terakomodasi dalam produk dan telah divalidasi dengan perolehan rata-rata nilai validasi yang tinggi pada komponen materi.

Kemudian karakteristik *communication* yaitu terkait kejelasan pesan yang ingin disampaikan dan harapannya mampu untuk meningkatkan motivasi peserta didik. Menariknya dan beragamnya media yang terkandung dalam produk

Metaboliverse menjadikannya sesuai dengan karakteristik ini. Selain itu dalam pengembangannya, produk ini didesain dengan memuat sebuah karakter guru yang mendampingi peserta didik pada halaman-halaman website. Hal ini dirancang dengan tujuan terbangunnya hubungan komunikasi yang baik antara peserta didik dan gurunya yang kehadirannya terwakilkan dengan adanya karakter tersebut pada halaman produk. Fungsi lainnya dari karakter tersebut yaitu membimbing peserta didik dalam menggunakan produk dan memberikan motivasi yang disampaikan secara beragam misalnya dalam ucapan semangat contohnya "Selamat belajar dan tetap semangat untuk menimba ilmu!"; bentuk kata mutiara contohnya "Kurang cerdas dapat diperbaiki dengan belajar, kurang cakap dapat dihilangkan dengan pengalaman. Namun tidak jujur sulit diperbaiki." dari Mohammad Hatta; dan dalam bentuk pantun contohnya "Pemanasan dulu, nanti keseleo! Mulai bosan? Yuk tonton video!".

Selanjutnya karakteristik *computer capacity* atau kemampuan dalam penggunaan multimedia. Hal ini terakomodasi dalam produk Metaboliverse dikarenakan produk tersebut mempunyai sistem navigasi yang baik dan mudah dalam penggunaannya. Selain itu, setiap media interaktif yang terakomodasi dalam Metaboliverse mempunyai petunjuk penggunaan yang terletak di awal media atau sebelum penggunaan media yang dimaksud. Hal ini tentu akan menunjang kemudahan peserta didik menggunakan media dan meminimalisir kebingungan yang dialami oleh peserta didik.

Selanjutnya terkait karakteristik *creativity, compatibility* atau mudah dalam penggunaannya, *cosmetic* atau memiliki tampilan yang menarik, dan *interactivity* atau interaktif sudah terdapat dalam produk Metaboliverse dan divalidasi para ahli dengan perolehan nilai yang tinggi. Dalam indikator validasi juga mengakomodasi ciri khas produk, kemenarikan, dan keinteraktifan produk yang tercakup pada aspek menarik dan interaktif. Hasil maksimal pada rata-rata skor validasi pada aspek tersebut membuktikan bahwa produk Metaboliverse memang memenuhi kriteria produk pembelajaran yang menarik dan interaktif.

Tahapan terakhir yang dilakukan oleh peneliti berdasarkan tahapan RnD model Sugiyono yaitu tahapan revisi desain. Tahapan ini dilakukan oleh peneliti berdasarkan hasil validasi produk yang telah dilakukan. Hasil validasi produk yang didapatkan tidak hanya berupa nilai namun juga komentar guna memperbaiki produk yang dikembangkan. Berdasarkan hasil validasi produk, tidak banyak perubahan yang disarankan oleh para ahli selaku validator produk.

Perbaikan dari komponen media meliputi penyesuaian gambar ilustrasi dengan pengguna produk. Terdapat gambar pada bagian glosarium yang mengilustrasikan seorang anak yang sedang membaca buku. Validator menyarankan untuk melakukan penggantian gambar supaya lebih sesuai dengan ilustrasi gambar pengguna yaitu peserta didik SMA. Saran tersebut ditindaklanjuti peneliti dengan mengganti gambar yang dimaksud dengan gambar ilustrasi yang lebih sesuai. Hal tersebut selaras dengan yang disampaikan oleh Nasol (2017), bahwa media pembelajaran harus menyesuaikan dengan karakteristik peserta didik.

Kemudian terdapat saran perbaikan yaitu terkait pemilihan warna dan penggunaan garis pada bagian peta konsep. Hal ini ditindaklanjuti oleh peneliti dengan penyesuaian peta konsep sesuai dengan saran validator. Selanjutnya terdapat saran pemberian jarak pada bagian materi yang mempunyai penjelasan panjang pada materi anabolisme. Hal ini juga ditindaklanjuti oleh peneliti dengan

memberikan jarak pada penjelasan yang panjang tersebut. Perbaikan terkait warna, garis, dan jarak termasuk dalam peningkatan *user interface* yang baik (Geasela, dkk., 2018).

Saran perbaikan selanjutnya yaitu terkait penggunaan sumber referensi yang kredibel. Terdapat gambar yang mengambil dari sumber *blogspot* sehingga validator menyarankan untuk mengambil gambar dari sumber lain. Peneliti menindaklanjutinya dengan mengganti gambar tersebut dengan sumber referensi lain. Perbaikan tersebut berkaitan dengan penggunaan sumber referensi yang kredibel. Menurut Soenarno, dkk. (2015), kredibilitas sumber berpengaruh pada kegunaan informasi yang diterima.

Saran perbaikan terakhir oleh validator pada komponen media yaitu penambahan gambar sebagai ilustrasi dan penambahan video penjelasan materi secara ringkas. Hal tersebut ditindaklanjuti oleh peneliti dengan melakukan penambahan komponen yang dimaksud sesuai dengan saran validator. Penambahan komponen dilakukan dalam rangka meningkatkan kemudahan peserta didik dalam memahami materi. Selaras dengan yang disampaikan oleh Mamonto (2013), bahwa penggunaan media audiovisual dapat mengurangi dan mencegah kesalahpahaman peserta didik akan suatu materi. Pendapat lain yang mendukung yaitu yang dikemukakan oleh Khotimah, dkk. (2019) bahwa penerapan media visual dapat merangsang atensi peserta didik sehingga dapat memahami pembelajaran dengan baik. Terkait dengan video penjelasan materi secara ringkas, ditindaklanjuti oleh peneliti dengan memasukkan video pengantar materi pada tiap sub bab pembelajaran dengan memperhatikan durasi video yaitu kurang dari 15 menit. Hal tersebut agar peserta didik dapat tetap fokus dan konsentrasi dalam menyimak penjelasan yang diberikan. Hal ini selaras dengan yang dikemukakan oleh Bradbury (2016), yang menyampaikan bahwa seseorang dapat menjaga tingkat konsentrasi yang baik antara 10-15 menit saja.

Sedangkan perbaikan dari komponen materi hanya berupa perbaikan penulisan yang disesuaikan dengan PUEBI. Contohnya yaitu penulisan preposisi "di" yang diikuti dengan keterangan lokasi misalnya perbaikan penulisan "dibawah" menjadi "di bawah". Kemudian terkait dengan penulisan kata yang baku sesuai dengan PUEBI contohnya perbaikan penulisan "mempengaruhi" menjadi "memengaruhi". Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Ernis & Wahyuni (2021) bahwa PUEBI dalam melakukan penulisan merupakan sebuah aturan yang harus ditaati. Selain itu penggunaan PUEBI dapat dijadikan panduan bahasa tulis yang baik dan benar (Sunendar, 2016).

Keterbatasan Pengembangan

Terdapat keterbatasan pada produk yang dikembangkan oleh peneliti. Keterbatasan pertama yaitu produk *website* yang bergantung pada jaringan internet untuk mengakses. Jika hendak digunakan secara *offline*, maka perlu mengunduh halaman *website* terlebih dahulu. Meski demikian, cara ini hanya berlaku pada halaman materi berupa tulisan saja dan tidak berlaku bagi pengisian presensi, akses video *YouTube*, *Padlet* diskusi, dan LKPD. Kedua, fitur produk dapat digunakan secara maksimal apabila diakses menggunakan laptop atau komputer, tidak dengan *smartphone*. Ketiga, pengguna *smartphone* dapat mengakses dengan tampilan lebih baik apabila menggunakan *browser Google Chrome* dengan mengaktifkan fitur

situs desktop. Keempat, produk tersebut dalam mengerjakan tugas belum terintegrasi dengan platform pengecekan plagiasi.

Kesimpulan

Pengembangan produk *Metaboliverse* website pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII dikembangkan menggunakan berbagai macam media interaktif dan platform meliputi animasi *GIF*, *YouTube*, *Padlet*, *Wizer.me*, *Wordwall*, dan *Google Form* serta dikemas menjadi satu kesatuan dalam *Google Sites* menggunakan metode *Research and Development* model Sugiyono sampai tahap revisi desain. Produk ini mendapatkan persentase rerata akhir kelayakan produk 94,38% dengan kriteria "Sangat Layak".

Daftar Pustaka

- Aghni, R. I. (2018). Fungsi dan jenis media pembelajaran dalam pembelajaran akuntansi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 16(1), 98-107. <https://doi.org/10.21831/jpai.v16i1.20173>
- Arimbawa, I. G. P. A. (2021). Penerapan *word wall game quiz* berpadukan *classroom* untuk meningkatkan motivasi dan prestasi belajar biologi. *Indonesian Journal of Educational Development*, 2(2), 324-332. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5244716>
- Asyhari, A. & Fitri, S. M. S. (2017). Penerapan media animasi berbasis *Graphic Interchange Format (GIF)* pada kompetensi dasar menerapkan jenis-jenis peralatan survei dan pemetaan kelas X TGB SMKN 3 Surabaya. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 3(3), 306-314. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/24/article/download/21199/19436>
- Aulia, D., Kaspul, K., & Riefani, M. K. (2021). Google site as a learning media in the 21st century on the protists concept. *Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 3(3), 173-178. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/bino/article/download/10524/7524>
- Bradbury, N. A. (2016). Attention span during lectures: 8 seconds, 10 minutes, or more? *Journal Advances in Physiology Education*, 40(4), 509-513. <https://doi.org/10.1152/advan.00109.2016>
- Darmawan, D. (2014). *Pengembangan e-learning teori dan desain vol. 25*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Ernis, P., & Wahyuni, N. (2021). Penguasaan PUEBI terhadap keterampilan menulis teks laporan hasil observasi. *Jurnal KIBASP (Kajian Bahasa, Sastra, dan Pengajaran)*, 5(1), 71-82. <https://doi.org/10.31539/kibasp.v5i1.2927>
- Esra A., Sukru, I., & Soner, K. (2017). Evaluation of use of graphics interchange format (GIF) animations in mathematics education. *Educational Research and Reviews*, 12(23), 1112-1119. <http://dx.doi.org/10.5897/ERR2017.3369>
- Geasela, Y. M., Ranting, P., Andry, J. F. (2018). Analisis user interface terhadap website berbasis e-learning dengan metode heuristic evaluation. *Jurnal Informatika*, 5(2), 270-277. <http://dx.doi.org/10.31311/ji.v5i2.3741>
- Handarini, Oktafia, & Wulandari, S. (2020). Pembelajaran daring sebagai upaya study from home (SFH) selama pandemi covid 19. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, 8(3), 496-503. <https://doi.org/10.26740/jpap.v8n3.p496-503>

- Handoko, A., Anggoro, B. S., Marzuki, M., & Nuragustin, P. (2021). Pengembangan modul pembuatan ecobrick sampah plastik sebagai sarana pengembangan diri berbasis ecopreneurship di SMA kelas X. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 5(2), 169-177. <https://doi.org/10.33369/diklabio.5.2.169-177>
- Hartadi, M. G., Artayasa, I. N., & Swandi, I. W. (2020). Kajian konsep minimalis, fungsi, dan makna user interface (UI) dalam aplikasi seluler bukaloka. *Jurnal Seni Rupa dan Desain*, 24(2), 82-94. <https://jurnal.isi-dps.ac.id/index.php/prabangkara/article/download/1218/563>
- Herawati, E. P., Gulo, F., & Hartono. (2016). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) interaktif untuk pembelajaran konsep mol di kelas X SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia*, 3(2), 168-178. <https://doi.org/10.36706/jppk.v3i2.8163>
- Idrus, L. (2019). Evaluasi dalam proses pembelajaran. *ADAARA: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 9(2), 920-935. <http://dx.doi.org/10.35673/ajmpi.v9i2.427>
- Jihad, A., & Haris, A. (2013). *Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: Multi Pressindo.
- Khotimah, H., Supena, A., & Hidayat, N. (2019). Meningkatkan atensi belajar siswa kelas awal melalui media visual. *Jurnal Pendidikan Anak*, 8(1), 17-28. <http://dx.doi.org/10.21831/jpa.v8i1.22657>
- Kopniak, N. B. (2018). The use of interactive multimedia worksheets at higher education institutions. *Information Technologies and Learning Tools*, 63(1), 116-129. <http://dx.doi.org/10.33407/itlt.v63i1.1887>
- Kumalasari, O. D. & Julianto. (2018). Pengembangan lembar kerja peserta didik ilmu pengetahuan alam berbantu website *wizer.me* materi energi alternatif Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal PGSD*, 9(7), 2827-2837. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/41382/35688>
- Mamonto, S. E. (2013). Sigi tentang penggunaan media pembelajaran pada mata pelajaran akuntansi kelas XI IPS di SMA negeri 18 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi*, 1(3), 1-10. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jpak/article/view/3809>
- Nasol, M. F. (2017). Pengembangan media pembelajaran tematik integratif berbasis *website* melalui portal moodle pada kelas 5 madrasah ibtidaiyah negeri 2 malang [Tesis]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/11110/1/15760045.pdf>
- Nofrion. (2017). *Padlet Sebagai Platform Pembelajaran Daring Pada Masa Pandemi (Sebuah Panduan Sederhana)*. <https://osf.io/7ehg4/download#:~:text=Padlet%20dapat%20dijadikan%20sebagai%20salah,siswa%20diminta%20dalam%20bentuk%20teks>.
- Nurhayati, N. (2022). Penggunaan media aplikasi padlet dapat meningkatkan hasil belajar fisika kelas X MIPA 5 SMA Negeri 3 Bangkalan pada masa pandemi. *EDUCATOR: Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan*, 2(1), 12-20. <https://doi.org/10.51878/educator.v2i1.1003>
- Purbasari, M. & Jakti, R. A. D. R. I. K. (2014). Warna dingin si pemberi nyaman. *Humaniora: Language, People, Art, and Communication Studies*, 5(1): 357-366. <https://doi.org/10.21512/humaniora.v5i1.3034>

- Purnama, S. (2010). Elemen warna dalam pengembangan multimedia pembelajaran agama islam. *Jurnal Al-Bidayah*, 2(1), 113-129. <https://jurnal.albidayah.id/index.php/home/article/view/102>
- Rini, D. S., Azrai, E. P., & Suryanda, A. (2022). Inovasi media evaluasi pada pembelajaran IPA di masa pandemi: Graphics Interchange Format (GIF). *Jurnal SOLMA*, 11(1), 113-122. <https://doi.org/10.22236/solma.v11i1.7895>
- Sanuhung, F., Salsabila, U. H., Wahab, J. A., & Amalia, M. (2022). Penggunaan aplikasi padlet sebagai media pembelajaran daring pada mata kuliah teknologi pendidikan (Studi Kasus Universitas Ahmad Dahlan). *Jurnal Pendidikan Glasser*, 6(1), 20-28. <https://doi.org/10.32529/glasser.v6i1.1352>
- Soenarno, A. R. P., Suharyono, & Mawardi, M. K. (2015). Analisis pengaruh kualitas informasi dan kredibilitas sumber terhadap kegunaan informasi dan dampaknya pada adopsi informasi (Studi pada masyarakat pengikut akun twitter resmi ikaskus). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, 25(1), 1-8. <http://administrasibisnis.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jab/article/view/1016/1199>
- Sukiyasa, K., & Sukoco. (2013). Pengaruh media animasi terhadap hasil belajar dan motivasi belajar siswa materi sistem kelistrikan otomotif. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 3(1), 126-137. <http://dx.doi.org/10.21831/jpv.v3i1.1588>
- Suardi, M. (2015). *Belajar dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sunendar, D. (2016). *Kata Pengantar Kepala Pengembangan dan Pembinaan Bahasa*. Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia. Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Suwanto, Muzaki, A., & Muhtarom. (2021). Pemanfaatan media YouTube sebagai media pembelajaran pada siswa Kelas XII MIPA di SMA negeri 1 Tawang Sari. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran*. 15(1), 26-30. <https://doi.org/10.26877/mpp.v15i1.7531>
- Tafonao, T. (2018). Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103-114. <https://doi.org/10.32585/jkp.v2i2.113>
- Umbaryati. (2016). Pentingnya LKPD pada pendekatan scientific pembelajaran matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika IX 2015*. <https://doi.org/10.20961/shes.v3i3.56958>
- Yuniarto, E., Widayanti, F. D., & Khasanah, R. (2020). Online learning management using google sites in covid-19 pandemic era. *Journal of Applied Management*, 19(2), 346-353. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jam.2021.019.02.10>
- Wahyuni, Y. (2017). Identifikasi gaya belajar (Visual, auditorial, kinestetik) mahasiswa pendidikan matematika universitas Bung Hatta. *JPPM*, 10(2), 128-132. <http://dx.doi.org/10.30870/jppm.v10i2.2037>
- Widyana, A. I. & Waluyanto, H. D. (2022). Pengembangan kreativitas desainer melalui aplikasi grafis dalam perancangan desain komunikasi visual. *Jurnal DKV Adiwarna*, 1(1), 1-11. <https://publication.petra.ac.id/index.php/dkv/article/download/12231/10723>
- Zainudin, A. (2022, 12 April). *Prinsip Tipografi agar Desain Lebih Menarik*. Website Universitas Sains & Teknologi Komputer. Diakses pada 20 Juli 2022

<http://desain-grafis-s1.stekom.ac.id/informasi/baca/Prinsip-Tipografi-Agar-Desain-Lebih-Menarik/32b94c1be9a5ff38ce2c52f9bbf63cb95b817392>

Zaman, M. Q. (2012). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif menggunakan macromedia flash professional pada mata pelajaran fisika. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 1 (1), 6-7. <http://lib.unnes.ac.id/11698/1/1102405044a.pdf>