

Pengembangan *Eco-Friendly Website* Dalam Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek Pada Materi Pencemaran Lingkungan

*Eco-friendly website development in biology learning based on project activities
on environmental pollution*

Upi Fitriani^{1,2}, Adisyahputra², Ratna Komala³

¹SMA Insan Cendekia Madani, Tangerang Selatan, Banten

²Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta

³Magister Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta
email: upi@icm.sch.id

Diterima: 05.02.2018

Direvisi: 23.02.2018

Disetujui: 29.03.2018

DOI: <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.11-1.4>

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *eco-friendly website* dalam pembelajaran Biologi berbasis proyek pada materi pencemaran lingkungan berdasarkan Kurikulum 2013. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*) dengan menggunakan strategi pengembangan Borg dan Gall. Data penelitian dikumpulkan dengan menggunakan angket evaluasi kualitas *eco-friendly website*, angket sikap dan tindakan pro-lingkungan, lembar penilaian portofolio, soal *pretest* dan *posttest*, angket respon siswa dan lembar wawancara. Hasil analisis data dan pembahasan membuktikan bahwa (1) Kelayakan *eco-friendly website* berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media dan *peer reviewer* adalah sangat baik; berdasarkan penilaian siswa adalah baik. (2) Kemampuan kognitif siswa mengalami peningkatan setelah mengikuti kegiatan pembelajaran Biologi dengan diterapkannya *eco-friendly website*. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas penerapan *eco-friendly website* terhadap peningkatan minat dan motivasi belajar dan variabel penelitian lainnya. Selain itu, *eco-friendly website* dapat dikembangkan menjadi *mobile apps* yang dapat diakses di berbagai gawai berbasis Android maupun iOS.

Kata kunci: *Eco-friendly website*, *eco-friendly project*, pencemaran lingkungan.

ABSTRACT

This research aimed to develop *eco-friendly website* in Biology learning which based on project activities for environmental pollution based on the National Curriculum. This Research and Development (R & D) using Borg and Gall strategy. The research data was gathered using quality evaluation *eco-friendly website* questionnaire, portfolio assessment sheet, pretest and posttest questions, student's respond questionnaire, and interview sheet. Data analysis and discussion result has proved that (1) the eligibility of *eco-friendly website* based on the evaluation of the content expert, media expert and peer reviewer is excellent; based on the student's evaluation, good. (2) The ability of student's cognitive increased after having the Biology class activities in the *eco-friendly project*. Based on this research result, it

is suggested to have further research to know the effectiveness of the eco-friendly website implementation toward the increase of student's interests and learning motivation and other research variables. Moreover, eco-friendly website can be developed into a mobile application which can be accessed in any Android and iOS gadgets.

Keywords: *eco-friendly website, eco-friendly project, environmental pollution.*

Copyright © 2018 Universitas Negeri Jakarta. All Right Reserved

PENDAHULUAN

Perkembangan sistem teknologi informasi dan komunikasi (*information and communication technology* atau ICT) yang sangat cepat di era globalisasi seperti sekarang ini menuntut adanya reformasi pendidikan sebagai upaya meningkatkan mutu pendidikan. Perkembangan ICT (teknologi web, perangkat *software* atau *hardware*) turut mempengaruhi lingkungan belajar melalui peningkatan kualitas pembelajaran serta kompetensi guru (Chang, Sung, & Hou, 2006). Salah satu bentuk reformasi dalam pendidikan nasional Indonesia yang berkaitan dengan peningkatan kualitas pembelajaran adalah pemberlakuan kurikulum 2013.

Pembelajaran pada kurikulum 2013 menekankan pada dimensi pedagogik modern, yaitu penggunaan pendekatan ilmiah melalui penerapan *project based learning* (PjBL), *problem based learning* (PBL), *discovery learning* dan model pembelajaran lain yang relevan (Zainuddin, 2015). Pembelajaran pada kurikulum 2013 juga menekankan pada pemanfaatan ICT, sebagaimana tertuang dalam Permendikbud Nomor 103 tahun 2014 bahwa salah satu prinsip pembelajaran kurikulum 2013 adalah pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran. Oleh karena itu, konsekuensi implementasi kurikulum 2013 adalah integrasi ICT di setiap mata pelajaran (Winda, 2016).

Berbagai penelitian terkait PjBL dan implikasinya dalam pembelajaran menunjukkan bahwa penerapan PjBL sangat berpengaruh terhadap kemampuan siswa dalam menguasai berbagai konsep inti (Sababha, Yazan, Abdelraheem, & Esam, 2016; Kumar, Fernando & Panicker, 2013). Adapun penelitian yang dilakukan oleh Ilter (2014) menunjukkan bahwa PjBL dapat menciptakan efek positif terhadap penguasaan konseptual dan motivasi untuk mencapai kesuksesan di bidang akademik. Peningkatan pengetahuan siswa selama mengikuti kegiatan PjBL disebabkan karena berbagai proyek yang dilaksanakan siswa mendukung mereka dalam meningkatkan kemampuan yang diperlukan di dunia nyata, seperti penelitian, pola pikir ilmiah, kreatifitas, berpikir kritis, komunikasi dan kemampuan presentasi serta kolaborasi (Hmelo-Silver, 2004). Sementara Rais (2010) berpendapat bahwa PjBL fokus pada kreatifitas berpikir, pemecahan masalah, dan interaksi antara siswa dengan kawan sebaya untuk membangun pengetahuan baru. Dengan kata lain, PjBL merupakan model pembelajaran yang mendukung siswa dalam pencapaian prestasi belajar serta penguasaan kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan di dunia nyata.

Pengembangan kemampuan siswa dalam penyelesaian masalah melalui penerapan PjBL dapat dilakukan dalam pembelajaran Biologi di tingkat SMA pada materi pokok pencemaran lingkungan. Berdasarkan Permendikbud Nomor 24 tahun 2016, materi pokok ini dibangun oleh Kompetensi Dasar (KD) 3.11, yaitu menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan serta KD 4.11 yaitu merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar. Mengacu pada kedua KD tersebut, maka kegiatan pembelajaran Biologi pada materi pokok pencemaran lingkungan berorientasi pada kemampuan siswa dalam menyelesaikan berbagai permasalahan lingkungan yang aktual.

Berbagai permasalahan lingkungan yang terjadi dalam lingkup lokal, regional maupun global dapat dijadikan sebagai sumber belajar Biologi. Salah satu upaya mendekatkan sumber belajar tersebut adalah melalui penerapan *web based learning* (WBL). Definisi WBL menurut Darmawan (2014) adalah pembelajaran yang memanfaatkan berbagai aplikasi internet yang memungkinkan adanya interaksi antara guru dan siswa secara *real time*. Berbagai perangkat WBL menawarkan sejumlah fitur yang mendukung proses belajar siswa, khususnya dalam pembelajaran sains (Kay, 2011). Pendidikan sains sebagaimana pendapat Dian (2013) diarahkan untuk mencari tahu dan berbuat sehingga dapat membantu siswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendasar tentang alam sekitar. Dengan demikian, penerapan WBL dalam pembelajaran Biologi sebagai salah satu pembelajaran sains dapat mendukung pengembangan kompetensi siswa dalam menjelajah dan memahami alam sekitar.

Pemanfaatan aplikasi internet dalam proses pembelajaran memiliki implikasi yang luas terhadap pengembangan wawasan siswa. Darmawan (2014) menyatakan bahwa jaringan internet akan semakin mendekatkan sumber informasi pada siswa sehingga mereka dapat mengakses informasi dari berbagai sumber, khususnya yang berkaitan dengan materi pelajaran yang paling aktual. Internet telah menjadi sumber penyampaian informasi pembelajaran dan penggunaan internet dalam dunia pendidikan mengalami peningkatan yang signifikan (Kavita, Abdul & Purohit, 2014). Penerapan perangkat web seperti website, blog dan sosial media dalam pendidikan formal akan meningkatkan kolaborasi siswa serta memungkinkan perluasan sumber belajar siswa melalui materi pembelajaran digital (Tony, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran berbasis web yang selanjutnya dinamakan *eco-friendly website*, sebagai website interaktif yang mengkombinasikan PjBL dan WBL dalam pembelajaran Biologi materi pokok pencemaran lingkungan. *Eco-friendly website* disusun berdasarkan kurikulum 2013 yang berorientasi pada proyek berbasis lingkungan hidup. *eco-friendly website* diharapkan dapat dijadikan salah satu media pembelajaran alternatif yang mendukung implementasi kurikulum 2013 serta sebagai media digital dalam mempromosikan berbagai aksi dan upaya meminimalisasi dampak negatif dari aktivitas manusia terhadap lingkungan dalam menjaga *environmental sustainability*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan strategi pengembangan Borg dan Gall (1983). Penelitian dan pengembangan *eco-friendly website* dilaksanakan pada bulan Januari 2015 hingga bulan Mei 2017. Prosedur penelitian dalam pengembangan *eco-friendly website* adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian awal dan pengumpulan informasi (*research and information collecting*). Kegiatan ini terdiri atas: Pemilihan produk berdasarkan masalah yang dihadapi sekolah; Studi literatur yang relevan dengan variabel penelitian.
2. Merencanakan penyusunan produk (*planning*). Penyusunan organisasi materi pencemaran lingkungan dan desain instruksional yang mengacu pada kurikulum 2013.
3. Mengembangkan produk awal (*develop preliminary form of product*). Penyusunan *storyboard* website sebagai dasar pengembangan *eco-friendly website*.
4. Melakukan uji lapangan awal (*preliminary field testing*). Evaluasi *eco-friendly website* oleh ahli materi dan ahli media.
5. Merevisi produk utama (*main product revision*). Perbaikan dan penyempurnaan *eco-friendly website* yang telah dievaluasi oleh ahli materi dan media.
6. Melakukan uji lapangan utama (*main field testing*). Evaluasi *eco-friendly website* oleh guru Biologi tingkat SMA sebagai *user* melalui penilaian *peer-reviewer*.

7. Merevisi produk operasional (*operasional product revision*). Perbaikan dan penyempurnaan *eco-friendly website* berdasarkan saran dari guru Biologi.
8. Melakukan uji lapangan operasional (*operasional field testing*). Penerapan *eco-friendly website* dalam pembelajaran untuk mengetahui respon siswa serta ada tidaknya peningkatan kemampuan kognitif siswa setelah diterapkannya *eco-friendly website*.
9. Melakukan revisi produk akhir (*final product revision*). Kegiatan perbaikan berdasarkan evaluasi uji lapangan operasional.
10. Melakukan diseminasi dan implementasi (*dissemination and implementation*). Sosialisasi dan penyebarluasan *eco-friendly website* melalui internet maupun diseminasi ke sekolah-sekolah untuk diimplementasikan di sekolah-sekolah tersebut.

Penilaian *eco-friendly website* meliputi uji lapangan awal, uji lapangan utama dan uji lapangan operasional. Alur uji lapangan *eco-friendly website* disajikan pada Gambar 2.

Uji Lapangan Awal

Pada tahap ini *eco-friendly website* yang telah disusun, yang selanjutnya disebut **prototipe 1** dievaluasi oleh tiga orang ahli materi dan 3 orang ahli media. Ahli materi (*content expert*), yaitu pengawas di lingkungan Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kota Tangerang Selatan dan praktisi Pendidikan Lingkungan Hidup (PLH). Adapun ahli media (*media specialist*), yaitu dosen yang berkompeten dalam penyusunan media pembelajaran berbasis ICT, *web developer* dan *web designer*.

Uji Lapangan Utama

Uji lapangan ini merupakan kegiatan evaluasi **prototipe 2** kepada *peer reviewer* yang bertindak sebagai pengguna melalui evaluasi satu per satu. *Peer reviewer* dalam penelitian ini adalah lima orang guru Biologi Sekolah Menengah Atas (SMA) di lingkungan Dinas Pendidikan kota Tangerang Selatan.

Uji Lapangan Operasional

Uji lapangan ini bertujuan untuk mendapatkan masukan dari *end user* (siswa) dan dilakukan dalam tes lapangan dengan menggunakan **prototipe 3**. Data penelitian dalam uji lapangan operasional antara lain respon siswa terhadap *eco-friendly website* dan kemampuan kognitif siswa yang diperoleh dengan menggunakan instrumen penilaian kemampuan kognitif. Lembar penilaian kemampuan kognitif siswa mencakup ranah kognitif jenjang C1 (mengingat), C2 (memahami), C3 (menerapkan), dan C4 (menganalisis). Subyek penelitian pada uji lapangan operasional adalah 80 siswa kelas X IPA SMA Insan Cendekia Madani.

Variabel-variabel yang terlibat dalam penelitian ini antara lain: Kelayakan *eco-friendly website* berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, *peer reviewer* dan siswa; Kesan guru Biologi; dan Kemampuan kognitif siswa yang diketahui berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*.

Kelayakan *eco-friendly website* dianalisis dengan teknik analisis deskriptif persentase dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengubah nilai dalam bentuk kualitatif menjadi nilai kuantitatif dengan menggunakan skala Likert. Berikut ini adalah pembobotan skor pada setiap butir pernyataan:

Tabel 1. Konversi Nilai Kualitatif menjadi Nilai Kuantitatif

| Nilai | Skor |
|---------------|------|
| Baik Sekali | 4 |
| Baik | 3 |
| Kurang | 2 |
| Kurang Sekali | 1 |

2. Menghitung persentase skor setiap komponen penilaian dengan rumus:

$$P = \frac{S}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

P = Persentase skor tiap komponen penilaian

S = jumlah skor tiap komponen penilaian

N = jumlah skor maksimum tiap komponen penilaian

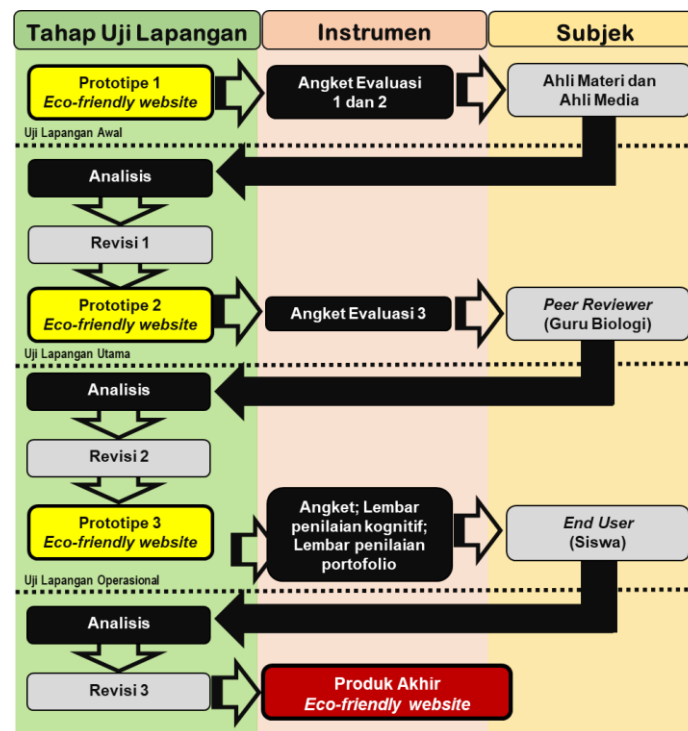
3. Mengubah persentase skor dari setiap komponen penilaian menjadi nilai kualitatif berdasarkan kriteria penilaian ideal pada Tabel .2

Tabel 2. Kriteria Penilaian Berdasarkan Rentang Persentase

| Rentang Persentase | Kategori |
|--------------------|---------------|
| 81% - 100% | Sangat Baik |
| 61% - 80% | Baik |
| 41% - 60% | Cukup |
| 21% - 40% | Kurang |
| ≤ 20% | Sangat Kurang |

(Riduwan, 2010)

Analisis data secara statistik parametrik dengan menggunakan uji t dilakukan untuk mengolah data kemampuan kognitif siswa dari hasil *pretest* dan *posttest*.



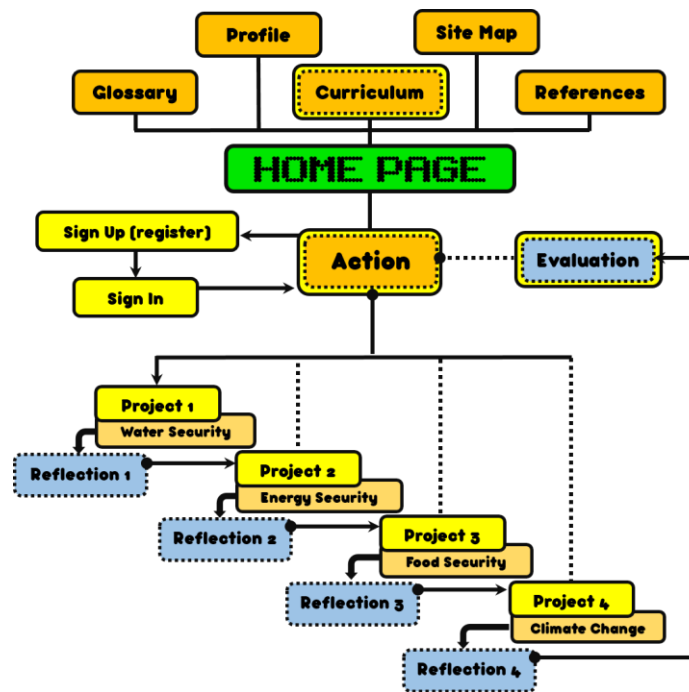
Gambar 1. Bagan Alur Uji Lapangan *Eco-Friendly Website*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah *eco-friendly website*, sebuah website berorientasi lingkungan hidup dalam format HTML (*Hyper Text Markup Language*).

Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan untuk menetapkan dasar pengembangan materi dalam *eco-friendly website*. Analisis ini didasarkan pada kurikulum 2013 yang meliputi Kompetensi Inti (KI) dan KD Biologi kelas X semester 2 yang terkait dengan perubahan lingkungan. Analisis kurikulum juga meliputi pengorganisasian materi yang mengacu pada empat tema utama yaitu *water security*, *energy security*, *food security* dan *climate change*. Pengorganisasian materi ajar dalam *eco-friendly website* disajikan pada Gambar 2.



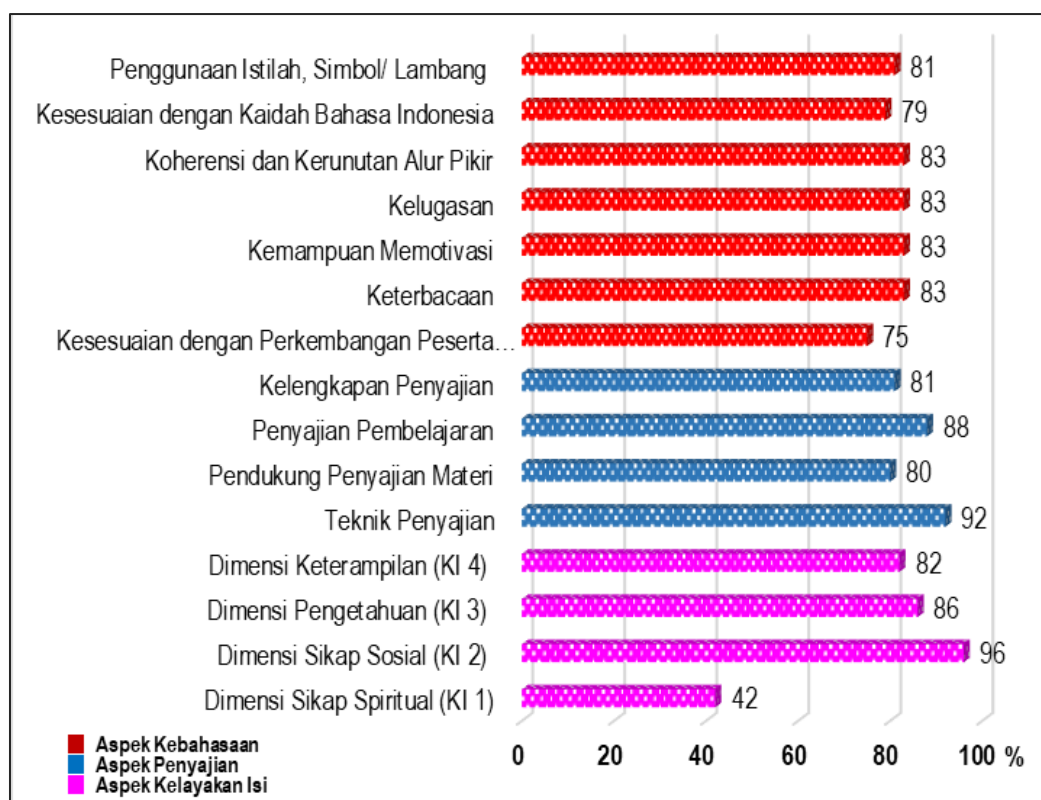
Gambar 2. Pengorganisasian Materi Pencemaran Lingkungan dalam *Eco-Friendly Website*

Pengembangan Produk Awal

Eco-friendly website dikembangkan dengan menggunakan berbagai perangkat keras dan aplikasi pendukung. Pemilihan teknologi dalam pengembangan *eco-friendly website* disesuaikan dengan kemampuan peneliti selaku pengembang produk, ketersediaan waktu, peralatan serta biaya yang dibutuhkan. Aplikasi pendukung dipilih dengan berdasar pada konsep multimedia yang akan dihadirkan dalam *eco-friendly website* yang meliputi elemen teks, grafik, audio, video dan animasi.

Uji Lapangan Awal

Hasil evaluasi kualitas *eco-friendly website* oleh ahli materi dari aspek desain pembelajaran disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan data evaluasi kualitas *eco-friendly website* dari aspek kelayakan isi, kriteria penilaian KI-1 adalah sangat kurang dengan persentase 42%. Rumusan KI-1 dalam mata pelajaran Biologi berdasarkan Permendikbud Nomor 24 tahun 2016 yaitu menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Kemendikbud (2016) menyatakan bahwa kompetensi ini dapat dicapai melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*) yaitu keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran serta kebutuhan dan kondisi peserta didik. Dengan demikian, pengembangan muatan KI-1 sebagai perwujudan dari menguatnya interaksi vertikal dengan Tuhan Yang Maha Esa dinilai sangat kurang dikembangkan dalam *eco-friendly website*, sehingga perlu dilakukan internalisasi muatan KI-1 pada kegiatan proyek.



Gambar 3. Diagram Persentase Hasil Penilaian *Eco-Friendly Website* (Aspek Desain Pembelajaran)

Komponen penilaian KI-3 yang termasuk sangat baik dengan persentase mencapai 86% mengindikasikan bahwa detail konsep yang diuraikan tidak terlalu sedikit, maupun terlalu banyak. Hal ini sesuai dengan deskripsi komponen penilaian KI-3 dalam BSNP (2014) yang mengamanatkan cakupan materi yang lengkap dengan mencerminkan jabaran substansi materi yang sesuai dengan pengembangan KD. Terkait dengan pengembangan KD, Fitriani, Amelia, & Marianingsih (2017) menyebutkan bahwa penjabaran KD dalam suatu bahan ajar harus benar-benar diperhatikan agar hal yang diharapkan pada siswa setelah belajar dapat tercapai.

Aspek pendukung penyajian materi dalam BSNP (2014) meliputi kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi. Penilaian aspek ini yang termasuk kriteria baik dengan persentase skor 80% mengindikasikan bahwa gambar atau ilustrasi lain yang terdapat dalam *eco-friendly website* dinilai sesuai dengan materi yang disampaikan dan memudahkan siswa dalam memahami butir-butir penting yang disajikan dalam setiap bab.

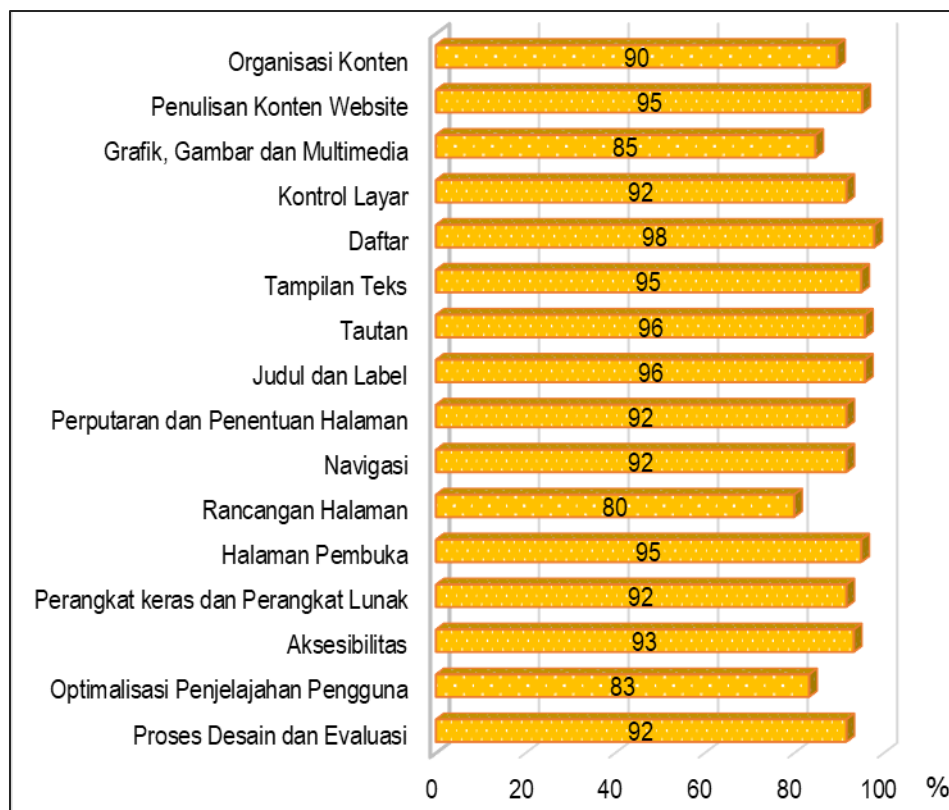
Aspek penyajian pembelajaran dinilai sangat baik dengan persentase mencapai 88%. Hal ini menunjukkan bahwa materi pelajaran yang disajikan dinilai telah tersusun secara sistematis dengan urutan penyajian yang tepat. Aspek penyajian pembelajaran dalam BSNP (2014) juga meliputi unsur keterlibatan aktif peserta didik, dengan demikian penyajian materi *eco-friendly website* dinilai bersifat interaktif, partisipatif, dapat memotivasi siswa untuk terlibat secara mental dan emosional dalam pencapaian KI dan KD. Aspek kelengkapan penyajian *eco-friendly website* dinilai baik dengan persentase 81% yang mengindikasikan bahwa website memenuhi standar kelengkapan penyajian materi ajar BSNP (2014) yang terdiri atas pendahuluan (kata pengantar, uraian isi, cara penggunaan), glosarium dan daftar pustaka.

Aspek keterbacaan dinilai sangat baik dengan persentase mencapai 83%, sebagaimana tercantum dalam BSNP (2014) penilaian ini mengindikasikan bahwa pesan (materi pelajaran) disajikan dengan bahasa yang menarik, mudah dipahami, dan tidak menimbulkan multi tafsir.

Dengan demikian, kejelasan pesan dalam *eco-friendly website* yang meliputi kemudahan untuk dipahami dinilai telah memenuhi prinsip komunikasi (pernyataan sederhana, jelas, informasi dan penjelasan yang aktual dan atau konstektual).

Aspek koherensi dan keruntutan alur berpikir juga dinilai sangat baik dengan persentase 83%. Dalam BSNP (2014) aspek ini terdiri atas ketertautan antarbab/subbab/kalimat/alinea dan keutuhan makna dalam bab/sub-bab/alinea, dengan demikian setiap menu proyek dalam *eco-friendly website* memiliki keterkaitan atau ketertautan satu sama lain dan membentuk keutuhan makna, yaitu proyek Biologi yang berorientasi lingkungan.

Aspek kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia dalam BSNP (2014) meliputi ketepatan tata bahasa dan ejaan. Sementara Lestari, Amelia, & Marianingsih (2017) menyatakan bahwa aspek bahasa meliputi kesesuaian materi dengan kaidah EYD (Ejaan Yang Disempurnakan) atau Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI). Penilaian aspek ini yang termasuk kriteria baik dengan persentase 79% mengindikasikan bahwa tata kalimat yang digunakan mengacu pada kaidah tata bahasa Indonesia yang baik dan benar. Adapun ejaan yang digunakan telah mengacu pada PUEBI.



Gambar 4. Diagram Persentase Hasil Penilaian *Eco-Friendly Website* (Aspek Pengembangan Website).

Berdasarkan hasil analisis data evaluasi ahli media, secara keseluruhan *eco-friendly website* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria pengembangan website pada umumnya. Komponen grafik, gambar dan multimedia dinilai sangat baik dengan persentase mencapai 85%. Komponen ini, sebagaimana disampaikan oleh Harun dan Zaidatun (2003) merupakan elemen-elemen yang mendukung penggunaan berbagai sensor (*multi-sensory*), mampu merangsang penggunaan berbagai indera dan memberi kemudahan interaktifitas. Oleh karena itu, hasil penilaian terhadap komponen ini yang termasuk sangat baik mengindikasikan bahwa penggunaan berbagai teknologi multimedia pada *eco-friendly*

website yang meliputi teks, audio, video, grafik dan animasi dapat meningkatkan efektivitas penyampaian informasi.

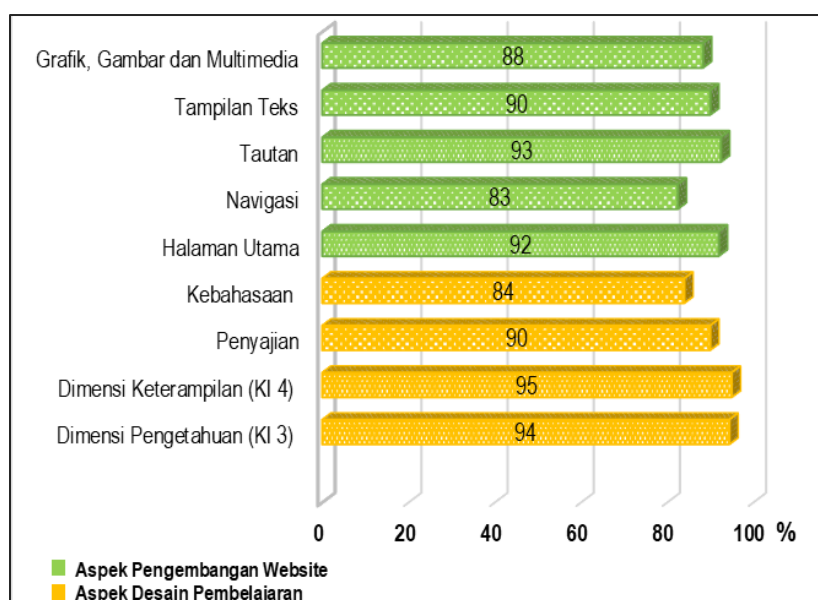
Rekomendasi ahli media dalam pengembangan *eco-friendly website* adalah *page layout* yang berkaitan dengan kompatibilitas halaman web dan monitor dari perangkat keras yang digunakan. Robert dan Janice (2006) menyebutkan bahwa pengguna lebih menyukai pengaturan *fluid layout* atau *Responsive Web Design (RWD)* yang memungkinkan adanya penyesuaian otomatis terhadap resolusi layar yang digunakan. Oleh karena itu, pada tahap revisi dilakukan perbaikan kompatibilitas website dengan teknik RWD, yaitu *layout* website yang kompatibel dengan tampilan *device* pengunjung, baik ukuran maupun orientasinya.

Revisi Produk Utama

Revisi produk utama pada aspek desain pembelajaran meliputi penambahan KI-1 pada menu kurikulum, penyempurnaan rumusan indikator pembelajaran, penyempurnaan soal evaluasi, dan analisis tata bahasa website secara menyeluruh. Sesuai dengan standar penilaian buku pelajaran BSNP (2014), revisi aspek kebahasaan juga meliputi analisis penggunaan bahasa dalam kaitannya dengan kemampuan memotivasi siswa dan mendorong siswa untuk berpikir kritis. Adapun revisi pada aspek pengembangan website meliputi migrasi *hosting* dan *domain* serta perubahan *layout* website menjadi lebih responsif sehingga dapat diakses dalam tampilan optimal pada gawai berbasis iOS.

Uji Lapangan Utama

Uji lapangan utama meliputi kegiatan evaluasi oleh lima guru Biologi SMA yang berperan sebagai pengguna untuk memperoleh saran guna penyempurnaan prototipe 2. Data hasil evaluasi kualitas *eco-friendly website* oleh *peer reviewer* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Persentase Hasil Penilaian *Eco-Friendly Website* oleh *Peer Reviewer*

Aspek desain pembelajaran *eco-friendly website* dinilai memiliki kualitas sangat baik. Namun berdasarkan rekomendasi yang diberikan, perlu dilakukan penambahan konten yang lebih kontekstual serta *up to date*. Komponen penilaian pada aspek pengembangan website yang mencapai persentase skor tertinggi adalah tautan (*link*), yaitu 93%. Tautan oleh Sanjay, Robert dan Janice (2006) didefinisikan sebagai elemen website yang memungkinkan munculnya halaman lain saat dipilih atau diklik oleh pengguna. Penilaian yang sangat baik

pada aspek ini mengindikasikan bahwa setiap tautan dalam *eco-friendly website* efektif dan fungsional yang artinya dapat memudahkan penjelajahan pengguna. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sanjay, Robert dan Janice (2006) bahwa tautan yang efektif merupakan tautan dengan tampilan label yang mudah dipahami serta dapat menghubungkan halaman web satu dengan halaman web lainnya dengan konten yang sesuai.

Penilaian komponen multimedia *eco-friendly website* berdasarkan evaluasi *peer reviewer* termasuk kriteria sangat baik dengan persentase mencapai 88%. Hal ini mengindikasikan bahwa website yang dikembangkan mampu menjadi media komunikasi yang positif serta efektif, yang didukung dengan pemanfaatan berbagai teknologi multimedia. Terkait dengan ini, Harun dan Zaidatun (2003) menyatakan bahwa penggunaan media interaktif mampu menarik perhatian serta mudah untuk dipahami dibanding penggunaan media yang statis dan bisu. Adapun pada pengembangan selanjutnya *reviewer* merekomendasikan pengembangan *eco-friendly project* menjadi sebuah aplikasi *playstore/ appstore* sehingga memberikan kemudahan dalam mengakses serta meningkatkan ketersinambungan dengan aplikasi sosial lainnya.

Revisi Produk Operasional

Revisi produk operasional dilakukan berdasarkan hasil analisis data uji lapangan utama oleh *peer-reviewer* yang meliputi pembaharuan tema proyek yang meliputi isu-isu lingkungan aktual dan berorientasi pada kearifan lokal dan penambahan *button back* pada halaman proyek untuk kembali ke halaman utama. Langkah ini diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam mengeksplorasi *eco-friendly website*.

Uji Lapangan Operasional

Pelaksanaan uji lapangan operasional meliputi pengenalan, pelaksanaan proyek, dan evaluasi yang dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2017. Data yang diperoleh pada uji lapangan ini adalah respon siswa terhadap *eco-friendly website*, kesan guru mata pelajaran dan kemampuan kognitif siswa yang diketahui melalui hasil *pretest* dan *posttest*.

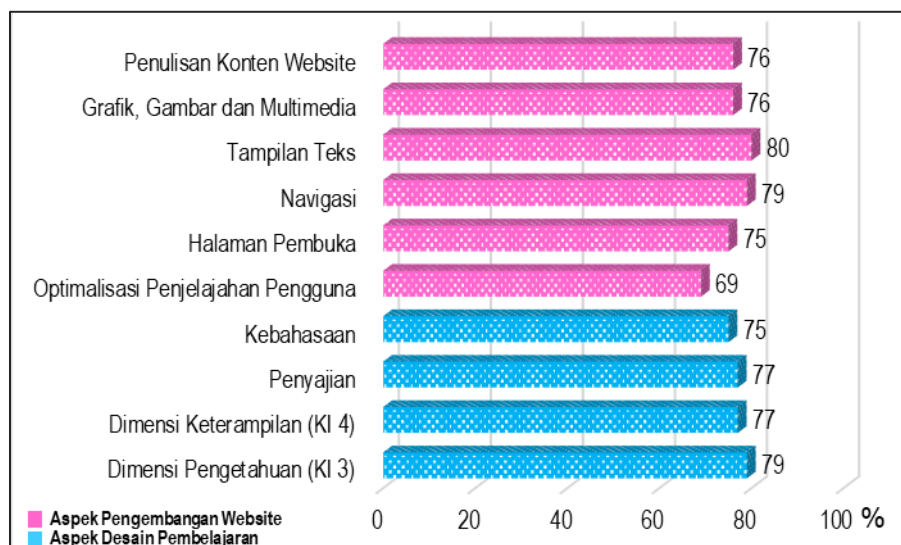
Respon Siswa

Respon siswa terhadap *eco-friendly website* dapat dilihat pada Gambar 6. Penilaian dimensi pengetahuan yang terdiri atas cakupan materi, kemutakhiran dan kontekstual termasuk baik dengan persentase skor mencapai 79%. Berdasarkan standar penilaian BSNP (2014), kriteria penilaian ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran, dimana keluasaan dan kedalaman materi dalam batas yang wajar bagi siswa. Dengan kata lain, melalui penerapan *eco-friendly website* ini, siswa mendapatkan pengetahuan yang cukup dan memadai tentang ekosistem dan lingkungan. Di samping itu, hasil penilaian yang baik pada komponen ini juga didukung oleh adanya pengembangan dan pemanfaatan *online test* dalam *eco-friendly website* yang digunakan pada kegiatan *pretest* maupun *posttest*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amasha dan Salem (2013) bahwa penerapan *e-evaluation* dan berbagai *e-quiz* lainnya dapat memfasilitasi dan membantu siswa dalam mencapai nilai yang lebih tinggi dengan akurasi dan objektivitas yang terpercaya.

Respon siswa terhadap komponen penyajian *eco-friendly website* adalah baik dengan persentase mencapai 77%. Kriteria ini mengindikasikan bahwa berbagai informasi dalam *eco-friendly website* (teks, gambar, tabel, diagram, animasi) dapat membantu siswa untuk memahami materi pencemaran lingkungan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Senthilkumar, Sivapragasam & Senthamaraiannan (2014) bahwa pemanfaatan ICT merupakan cara terbaik dalam menyampaikan berbagai informasi terkait Biologi, karena integrasi ICT menyebabkan informasi semakin mudah dimengerti serta memberikan pengalaman menarik pada siswa.

Komponen kebahasaan dinilai memiliki kriteria baik dengan persentase mencapai 75% dengan kategori sangat baik. Penilaian ini mengindikasikan bahwa bahasa yang

digunakan sederhana, lugas dan mudah dipahami. Terkait dengan penggunaan istilah asing, siswa juga menganggap istilah asing yang digunakan dalam *eco-friendly website* merupakan kata-kata yang sudah umum dan mudah dipahami. Dengan demikian, dari segi bahasa, *eco-friendly website* yang dikembangkan ini dinilai sesuai dengan karakteristik siswa sebagai pengguna.



Gambar 6. Diagram Persentase Hasil Penilaian *Eco-Friendly Website* Berdasarkan Respon Siswa

Optimalisasi pengalaman penjelajahan pengguna yang terkait dengan kecepatan akses dan kemudahan pengoperasian dinilai baik oleh siswa dengan persentase mencapai 69%. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam implementasinya siswa tidak mengalami kesulitan saat mengakses *eco-friendly website*, yang ditunjukkan dengan proses *loading* yang tidak lama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sanjay *et al.*, (2006) bahwa website dengan tampilan optimal tidak hanya memiliki desain grafis dan animasi yang menarik, melainkan tidak membuat penggunanya menunggu saat memunculkan sebuah halaman web. Terkait dengan aspek ini Sanjay, Robert & Janice (2006) menambahkan bahwa website seharusnya didesain untuk memfasilitasi adanya interaksi antara manusia dan komputer secara efektif dan efisien.

Aspek pengembangan website secara keseluruhan didukung oleh pemanfaatan internet yang memungkinkan perluasan wawasan dan penjelajahan serta peningkatan motivasi belajar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mehdi dan Aurelie (2014) bahwa implementasi *e-learning* secara umum dapat menjaga motivasi belajar siswa melalui penjelajahan yang luas. Di samping itu, respon siswa yang baik juga didukung oleh penerapan teknologi website sebagai dasar pengembangan media. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Bambang, Dewiyani & Pantjawati (2016) yang menunjukkan bahwa siswa di abad 21 sebagai generasi internet (*virtual world generation*) tidak mengalami hambatan dalam penguasaan berbagai produk berbasis ICT.

Kesan Guru Mata Pelajaran

Kesan guru diketahui melalui wawancara dengan menggunakan pedoman wawancara penerapan *eco-friendly website*. Secara umum guru menganggap *eco-friendly website* sangat membantu pembelajaran Biologi dalam materi pencemaran lingkungan. Adapun manfaat penerapan *eco-friendly website* menurut guru mata pelajaran adalah sebagai berikut:

- 1) Terciptanya variasi belajar sehingga pembelajaran tidak monoton dan tidak membosankan.

- 2) Mengembangkan kegiatan 5M melalui pendekatan saintifik yang sesuai dengan karakteristik kurikulum 2013.
- 3) Meningkatkan partisipasi siswa, dimana siswa lebih berani menyampaikan hasil proyek dalam diskusi kelompok maupun diskusi kelas.
- 4) Meningkatkan kolaborasi dan interaksi antar siswa dalam penyelesaian proyek, diskusi, presentasi maupun publikasi laporan.
- 5) Menumbuhkan kepedulian siswa terhadap lingkungan melalui pembelajaran interaktif.

Eco-friendly website dinilai dapat meningkatkan partisipasi, kolaborasi dan interaksi antar siswa dalam proyek, diskusi, presentasi maupun publikasi laporan. Peningkatan ini didukung oleh website dan media sosial yang memberikan kesempatan pada siswa untuk terlibat dalam berbagai aktivitas *online* maupun *offline*. Sebagaimana dijelaskan oleh Ballew, Allen dan Patricia (2015) bahwa pemanfaatan kedua teknologi ini secara bersamaan dapat menyempurnakan pola komunikasi, sosialisasi dan partisipasi sosial. Hal serupa juga dijelaskan oleh Miller (2014) bahwa sosial media memberikan pengaruh yang kuat dalam interaksi individual yang berkaitan dengan peningkatan kemampuan komunikasi seseorang.

Senthilkumar, Sivapragasam & Senthamaraiannan (2014) menyatakan bahwa pembelajaran Biologi akan lebih mudah, lebih menarik dan lebih nyaman dengan diterapkannya berbagai perangkat ICT. Pernyataan ini mendukung hasil wawancara guru pendamping yang menyebutkan bahwa penerapan *eco-friendly website* dalam pembelajaran Biologi dapat menarik minat belajar dan partisipasi siswa selama melaksanakan proyek.

Kemampuan Kognitif Siswa

Kemampuan kognitif siswa diketahui melalui hasil *pretest* dan *posttest*. Untuk mengetahui beda rata-rata antara data *pretest* dan *posttest*, dilakukan *paired-sample t test* dengan bantuan program komputer SPSS v.20. Nilai t_{hitung} *pair post-test* dan *pre-test* adalah 9,048 dan $t_{\alpha/2, n-1}$ untuk taraf signifikan (α) sebesar 0,05 dan $N = 80$ adalah 1,990. Berdasarkan hasil analisis tersebut, $t_{hitung} > t_{\alpha/2, n-1}$ maka H_0 ditolak, artinya penerapan *eco-friendly website* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan kognitif siswa.

Peningkatan kemampuan kognitif siswa melalui penerapan *eco-friendly website* ini tidak terlepas dari pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan pernyataan Miller (2014) bahwa pemanfaatan perangkat teknologi dapat memperkuat kemampuan kognitif serta menyebabkan variasi cara atau pendekatan dalam memecahkan berbagai tugas yang berkaitan dengan intelektual. Sementara hasil penelitian sejenis oleh Amasha dan Salem (2013) menunjukkan bahwa penggunaan sumber belajar *online* (*e-course* dan *e-evaluation*) dan teknologi modern lainnya dapat memperbaiki kualitas dan hasil belajar, karena selama pembelajaran siswa dapat belajar sesuai dengan gaya belajar yang dimilikinya.

Pemanfaatan jejaring sosial media **Yammer** dalam pembelajaran *eco-friendly project* melalui pembentukan forum diskusi antar kelompok maupun forum diskusi kelompok dengan guru (promotor), secara langsung telah menuntut siswa untuk berpartisipasi aktif (baik secara individu maupun kelompok), sehingga komunikasi dapat terjalin dengan lebih fleksibel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Miller (2014) bahwa sosial media memberikan pengaruh yang kuat dalam interaksi interpersonal yang berkaitan dengan kemampuan komunikasi seseorang. Adapun Kuss dan Griffiths (2011) menyatakan bahwa para pengguna *Social Networking Sites* (SNSs) dapat memanfaatkan jejaring mereka untuk membagikan pengetahuan serta peluang di masa depan terkait dengan bisnis maupun area kolaborasi lainnya. Dengan demikian, komunikasi *online* melalui Yammer dapat meningkatkan interaksi atau kolaborasi siswa selama pembelajaran (baik interaksi antar siswa maupun antara siswa dengan guru). Hal ini mendukung peningkatan pengetahuan dan pemahaman siswa terkait pencemaran lingkungan, sehingga kemampuan kognitifnya juga mengalami peningkatan.

Peningkatan kemampuan kognitif siswa juga didukung oleh penerapan PjBL yang merupakan model pembelajaran yang menyeluruh dan interdisipliner dengan durasi yang relatif lebih panjang dibandingkan model pembelajaran lain, berpusat pada siswa serta terintegrasi dengan penelitian atau proyek ilmiah yang dekat dengan kehidupan siswa yang tidak terlepas dari isu-isu lingkungan terkini yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Kekuatan-kekuatan inilah yang menurut Rais (2010) dapat melahirkan pengetahuan yang bersifat permanen. Sementara itu Tung (2015) menyebutkan bahwa pendekatan pembelajaran dalam PjBL yang dinamis dapat meningkatkan partisipasi siswa dalam eksplorasi masalah yang nyata dalam konteks sosial sehingga pengetahuan dan pemahaman siswa pun meningkat.

Tujuan utama kegiatan proyek dalam PjBL adalah membantu siswa belajar secara kooperatif untuk mencapai pemahaman menyeluruh terkait materi pelajaran serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dan meningkatkan kemampuan yang dimilikinya (Kubiatko & Vaculova, 2011). Sementara Azrai, Erna & Sulistianingrum (2017) menyebutkan bahwa materi Pencemaran Lingkungan merupakan salah satu topik pelajaran Biologi pada siswa kelas X yang menekankan proses pengolahan informasi dan menuntut siswa untuk memiliki kemampuan analisis yang tinggi. Dengan demikian, penerapan *eco-friendly website* dalam pembelajaran Biologi selain dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa, juga dapat meningkatkan pemahaman dan kemampuan analisis siswa terhadap pencemaran lingkungan.

Revisi Produk Akhir

Revisi *eco-friendly website* pada tahap ini berorientasi pada peningkatan kemampuan kognitif siswa yang dilakukan melalui analisis soal pilihan ganda dalam menu *evaluation*. Revisi juga meliputi optimalisasi tampilan dan komponen-komponen *webpages* untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan *eco-friendly website*. Selain itu, dilakukan pengembangan halaman *project launch* yang berisikan informasi langkah-langkah pelaksanaan proyek yang dikembangkan berdasarkan PjBL. Halaman ini dapat diakses melalui halaman pengantar (*introduction*). Pengembangan halaman ini dilakukan untuk membantu siswa memahami pola dasar *eco-friendly project* yang akan dilaksanakan dalam pembelajaran.

Diseminasi dan Implementasi

Diseminasi dalam penelitian ini meliputi sosialisasi dan penyebarluasan *eco-friendly website* melalui jaringan internet maupun melalui diseminasi ke sekolah-sekolah untuk kemudian diterapkan di sekolah tersebut. Sosialisasi *eco-friendly website* secara online dilakukan dengan memanfaatkan mesin pencari Google, Bing, Yahoo! dan Geee yang memiliki program *spider* dan *crawler*. Penyebarluasan *eco-friendly website* juga dilakukan melalui *channel* YouTube pada link <https://youtube/soaUiYkgH3U>.

Implementasi *eco-friendly website* telah dilakukan di SMA Insan Cendekia Madani pada tahun ajaran 2017/2018 guna mendukung program sekolah yaitu Sekolah Adiwiyata Nasional, Gerakan Literasi Sains (GLS) dan Literasi Digital. *Eco-friendly website* dijadikan sebagai website utama yang digunakan dalam GLS dan Literasi Digital yang dilaksanakan dalam PDD (*Personal Development Day*).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa kelayakan *eco-friendly website* berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media dan *peer reviewer* termasuk kriteria **sangat baik**. Adapun penilaian siswa kelas X SMA Insan Cendekia Madani terhadap *eco-friendly website* dari aspek desain pembelajaran dan aspek pengembangan

website termasuk kriteria **baik**. Penerapan *eco-friendly website* dalam pembelajaran Biologi berbasis proyek pada materi pencemaran lingkungan mempunyai pengaruh yang nyata atau signifikan terhadap peningkatan kemampuan kognitif siswa.

Saran yang diajukan adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efektivitas penerapan *eco-friendly website* ini terhadap peningkatan minat dan motivasi belajar, serta variabel penelitian lainnya. Selain itu, perlu dilakukan pengembangan *eco-friendly website* sebagai media pembelajaran berbasis ICT yang mampu mendukung pengembangan Gerakan Literasi Sains (GLS), literasi digital maupun literasi bahasa dengan melakukan perluasan dan peningkatan kualitas konten. *Eco-friendly website* juga dapat dikembangkan menjadi aplikasi (*mobile apps*) yang dapat diakses di berbagai gawai berbasis multimedia, baik yang berbasis Android maupun iOS.

DAFTAR PUSTAKA

- Amasha, M.A. & Salem, A. (2013). A Model of an E-Learning Web Site for Teaching and Evaluating Online. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 4 (12), 149-156
- Azrai, E. P., Ernawati, E., & Sulistianingrum, G. (2017). Pengaruh Gaya Belajar David Kolb (*Diverger, Assimilator, Converger, Accommodator*) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10 (1), 9-16.
- Ballew, M.T., Allen, M.O., & Patricia, L.W. (2015). Using Web 2.0 and Social Media Technologies to Foster Pro-Environmental Action. *Journal Sustainability*, 7, 10620-10648.
- Bambang, H., M.J., Dewiyani, & Pantjawati, S. (2016). Development of Web-Based Learning Application for Generation Z. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 5 (1), 60-68
- Borg, W. R. & Gall, M. D. (1983). *Educational Research*. New York & London: Longman.
- BSNP. (2014). *Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Tahun 2014*. Diakses pada tanggal 23 Mei 2014 pukul 22.03 WIB. (Online: tersedia di <http://bsnp-indonesia.org/2014/05/28/instrumen-penilaian-buku-teks-pelajaran-tahun-2014/>)
- Chang, K. E., Sung, Y. T., & Hou, H. T. (2006). Web-based Tools for Designing and Developing Teaching Materials for Integration of Information Technology into Instruction. *Educational Technology & Society*, 9 (4), 139-149.
- Darmawan, D. (2014). *Pengembangan E-Learning Teori dan Desain*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Dian E.K., Nur, N., & Eko, S. K. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan Pendekatan Investigasi Kelompok guna Mmengoptimalkan Keterampilan Berkomunikasi dan Berpikir Kritis Siswa kelas XI SMA Negeri 2 Purworejo Tahun Pelajaran 2012/2013. *Radiasi*, 3 (1), 63-67.
- Fitriani, D. E., Amelia, E., & Marianingsih, P. (2017). Penyusunan Modul Pernelajaran Berbasis Sains Teknologi dan Masyarakat (STM) Pada Konsep Bioteknologi (Sebagai Bahan Ajar Siswa SMA Kelas XII). *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10 (2), 60-72.
- Harun, J. & Zaidatun, T. (2003). *Asas Multimedia dan Aplikasinya dalam Pendidikan*. Bentong-Malaysia: PTS Publications and Distributors
- Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educ. Psychol*, 16, 235-266.

- Ilter, I. (2014). A Study on The Efficacy of Project-Based Learning Approach on Social Studies Education: Conceptual Achievement and Academic Motivation. *Academic Journal*, 9(15), 487-497.
- Kavita S., Abdul, W., & G. N Purohit. (2014). Traditional Learning versus Web Based Learning: Performance Analysis. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5 (4), 5182-5184
- Kay, R.. (2011). Examining the Effectiveness of Web-Based Learning Tools in Middle and Secondary School Science Classrooms. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 7, 359-374.
- Kemendikbud. (2014). *Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kemendikbud. (2016). *Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran dalam Kurikulum 2013 Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kubiato, & Vaculova, I. (2011). Project-Based Learning: Characteristic and The Experiences with Application in The Science Subjects. *Energy Education Science and Technology Part B: Social Educ*, 3(1), 65-74.
- Kumar, A., Fernando, S., & Panicker, R. (2013). Project-Based Learning in Embedded Systems Education Using an FPGA Platform. *IEEE Transactions on Education*, 56 (4), 407-415.
- Kuss, D. J. & Griffiths, M. D. (2011). Online Social Networking and Addiction—A Review of the Psychological Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8, 3528-3552.
- Lestari, A., Amelia, E., & Marianingsih, P. (2017). Pengembangan lembar kerja siswa berbasis CTL (*contextual teaching and learning*) sebagai bahan ajar siswa sma/ma kelas xii subkonsep kultur *in vitro*. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10 (1), 32-44.
- Mehdi, K. & Aurelie, B. (2014). ICT Use in Secondary Education: Schooling Necessities and Needs for Human Resources. *Research on e-Learning and ICT in Education*, 225-243.
- Miller, M. D. (2014). *Minds Online - Teaching Effectively with Technology*. London: Harvard University Press.
- Rais, M. (2010). *Project Based Learning: Inovasi Pembelajaran yang Berorientasi Soft Skills*. (Online) tersedia: <http://www.2020insight.net/Docs4/PeopleSkills.pdf>.
- Riduwan. (2010). *Dasar-Dasar Statistik*. Bandung: Alfabeta.
- Sababha, B. H., Yazan, A. A., Abdelraheem, A., & Esam A. A. (2016). Project-Based Learning to Enhance Teaching Embedded Systems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 12(9), 2575-2585.
- Sanjay J. K., Robert, W. B., & Janice R. N. (2006). *Research-Based Web Design & Usability Guidelines*. Washington DC: U.S. Government Printing.
- Senthilkumar, Sivapragasam, & Senthamaraiannan, B. (2014). Role of ICT in Teaching Biology. *International Journal of Research*, 1 (9), 780-788
- Tony, B. (2011). *Understanding Web 2.0 and its Implications for E-Learning*. New York: Information Science Reference.
- Tung, K. Y. (2015). *Pembelajaran dan Perkembangan Belajar*. Jakarta: Penerbit Indeks.
- Winda, N. (2016). Implementasi Kurikulum 2013 dalam Pembelajaran Bahasa Indonesia Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi. *Jurnal Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, 1 (1), 87-94.
- Zainuddin, H.M. (2015). Implementasi Kurikulum 2013 dalam Membentuk Karakter Anak Bangsa. *Jurnal STAIN Kediri*, 9 (1), 131-139.