

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pengembangan media pembelajaran, saat ini menjadi salah satu tuntutan yang dihadapi oleh pengelola pendidikan di abad 21, yaitu dengan mengintegrasikan teknologi sebagai media yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan pengembangan keterampilan pada pembelajaran.⁴ Satu diantara sekian jenis media pembelajaran interaktif yang menunjang pendidikan abad 21 adalah *virtual laboratory* (laboratorium virtual), media ini dapat mensimulasikan kegiatan praktikum dengan basis teknologi. *Virtual laboratory* merupakan seperangkat peralatan laboratorium berbentuk media interaktif berbasis komputer yang mampu memperagakan aktivitas selayaknya pengguna berada di dalam laboratorium sebenarnya.⁵

Laboratorium memiliki andil besar dalam menunjang keberhasilan kegiatan pembelajaran pada mata pelajaran biologi, yakni dalam mencapai proses sains. Langkah-langkah yang harus dilalui dalam proses sains berupa observasi, merumuskan masalah, membuat hipotesis dengan dasar eksperimen, menarik

⁴Irfan Yusuf, Sri Wahyuni Widyaningsih, and Dewi Purwati, *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Modern Berbasis Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Abad 21 Dan Kurikulum 2013*, Pancaran Pendidikan 4, 2015, hal 189.

⁵ A Yuniarti, L F Yeni, and Yokhebed, *Development of Virtual Laboratory Based on Interactive Multimedia on Planting and Painting Bacteria*, Journal of Physics: Conference Series 895, 2017, hal 121.

kesimpulan setelah eksperimen serta menemukan konsep dan teori.⁶ Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan praktikum diantaranya ketersediaan peralatan, bahan, ruang laboratorium, perabot, serta pengelola laboratorium. Namun, hal tersebut yang sering dijadikan pertimbangan oleh pendidik untuk meniadakan kegiatan praktikum untuk menunjang pembelajaran.⁷

Peniadaan kegiatan praktikum juga dialami oleh peserta didik di SMAN 1 Boyolangu Tulungagung. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada peserta didik, mereka belum pernah merasakan kegiatan pengamatan di laboratorium sekolah. Hal tersebut membuat peserta didik sulit dalam memahami dan mencapai kompetensi keterampilan pada setiap materi. Beberapa kendala yang dituturkan oleh pendidik ialah keterbatasan waktu pembelajaran di masa pandemi Covid-19, kurangnya peralatan dan bahan serta tidak adanya tenaga khusus pengelola laboratorium (laboran). Berbagai kendala tersebut membuat pendidik mengesampingkan dan meniadakan kegiatan pembelajaran keterampilan yang melibatkan kegiatan praktikum.⁸

Praktikum sebagai penunjang kegiatan pembelajaran mempunyai peran yang berarti dalam menunjang keberhasilan proses belajar mengajar, khususnya pada biologi. Beberapa alasan yang menunjukkan peran praktikum diantaranya adalah dapat meningkatkan keinginan atau motivasi belajar, adanya kegiatan yang mengembangkan keterampilan dasar dalam bereksperimen, menunjang

⁶ Salis Khoirun Nisa, dkk, *Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Berbasis Discovery Learning Pada Materi Sistem Ekskresi Untuk Kelas XI MIPA*, Bio-Pedagogi 8, no. 2, 2019, hal 120.

⁷ Gunawan, dkk, *Pengembangan Model Laboratorium Virtual Berorientasi Pada Kemampuan Pemecahan Masalah Bagi Calon Guru Fisika*, Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF) 5, 2015, hal 41-43.

⁸ Lampiran 1.

pembelajaran serta menjadi sarana belajar pendekatan ilmiah. Berbagai proses sains tersebut sangat penting dipelajari oleh peserta didik karena menjadi salah satu tuntutan ketercapaian kurikulum.⁹

Kurikulum 2013 ialah kurikulum baru yang menggantikan kurikulum sebelumnya yakni KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan). Kurikulum baru menyajikan Kompetensi Dasar (KD) untuk mencapai aspek kognitif atau pengetahuan juga psikomotorik atau keterampilan. Adapun pada Kompetensi Dasar (KD) pengetahuan materi bakteri yang tercantum pada KD 3.4 menunjukkan adanya penerapan prinsip pengelompokan atau klasifikasi untuk penggolongan dan bakteri berdasarkan ciri-ciri serta bentuk melalui pengamatan dengan cara teliti dan sistematis. Sedangkan pada Kompetensi Dasar (KD) keterampilan yang dicantumkan pada KD 4.4 berisi penyajian data mengenai ciri-ciri serta peran bakteri dalam kehidupan berdasarkan hasil pengamatan.¹⁰ Akan tetapi, pada kurikulum 2013 terdapat tambahan sub materi yakni penanaman dan pengecatan bakteri. Berdasarkan silabus, peserta didik diminta untuk melakukan kegiatan penanaman bakteri menggunakan metode *streak plate*, juga pewarnaan bakteri melalui teknik pewarnaan gram. Melalui pewarnaan gram, diharapkan peserta didik dapat mendapat informasi mengenai karakteristik struktur sel bakteri.¹¹

⁹ Lailatussyfa, *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Virtual Laboratory Pada Materi Bakteri Kelas X*, Skripsi tidak diterbitkan, 2020, hal 3.

¹⁰ *Ibid*, hal. 2.

¹¹ Anisyah Yuniarti, dkk, *Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Multimedia Interaktif Pada Penanaman Dan Pengecatan Bakteri Di SMA*, Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran 4, no. 12 (2015): hal 2.

Bakteri ialah salah satu kelompok mikroorganisme bersel tunggal yang hidup berkelompok, memiliki selubung inti dan dapat hidup diberbagai tempat.¹² Bakteri memiliki berbagai peranan yang menguntungkan dan merugikan dalam kehidupan, salah satunya ialah bakteri yang mempunyai kemampuan menguraikan polimer mikroplastik, yakni pada kelompok *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas* sp, *Halomonas* sp, serta *Azotobacter*. Kelompok bakteri jenis tersebut memanfaatkan peran enzim dalam proses pendegradasian plastik.¹³

Plastik merupakan polimer sintesis yang dibentuk melalui serangkaian proses polimerisasi dari tiap unit monomer, tersusun dengan rantai panjang sehingga sukar dan membutuhkan waktu puluhan tahun untuk diuraikan.¹⁴ Menurut data yang didapat dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) serta Badan Pusat Statistik (BPS) terdapat sejumlah 64 juta ton sampah plastik dan sejumlah 3,2 juta dibuang ke laut / pantai.¹⁵ Sampah plastik yang dibuang ke laut dapat berubah menjadi partikel berukuran lebih kecil sehingga disebut *microplastics* (ukuran 0,3 – 5 milimeter) yang membahayakan kehidupan biota laut.¹⁶

Biota laut juga memiliki hak untuk hidup tanpa gangguan sampah pada habitat aslinya, hal tersebut menjadi dorongan kuat untuk dilakukan upaya

¹² Muhannad F Al-Kobaisi, *Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology: 24(Th) Edition*, Sultan Qaboos University Medical Journal 7, no. 3, 2007, hal 273.

¹³ Jiun-Yee Chee et al., *Bacterially Produced Polyhydroxyalkanoate (PHA): Converting Renewable Resources into Bioplastics*, Current research, technology and education topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology 2, 2010 hal 1395.

¹⁴ Atik Sriningsih, Maya Shovitri. *Potensi isolat bakteri pseudomonas sebagai pendegradasi plastik*. Surabaya: Jurnal Sains dan Seni ITS, 2016, hal.67.

¹⁵ Notika Rahmi, Selvi. *Pemungutan cukai plastik sebagai upaya pengurangan sampah plastik*. Jakarta : Jurnal Pajak Vokasi, Vol.2 No.2, 2021, hal.66.

¹⁶ Krisyanti, dkk. *Pengaruh Kampanye #PantangPlastik terhadap sikap ramah lingkungan (Survei pada pengikut instagram @GreenpeaceID)*. Jakarta: Jurnal Komunika, Vol.9 No.1, 2020, hal.41.

penanggulangan fenomena tersebut, berlandaskan al qur'an pada surah al – a'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ
الْمُحْسِنِينَ

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan”.¹⁷

Pada ayat tersebut dijelaskan, bahwa manusia tidak diperkenankan membuat kerusakan di muka bumi setelah Allah menciptakan semuanya dengan baik dan teratur. Apabila tidak ada langkah penanggulangan permasalahan plastik yang berdampak akan kerusakan lingkungan, maka hal ini bertentangan dengan ayat diatas. Namun, ketika terdapat upaya mengatasi permasalahan plastik tersebut, maka insyaallah akan tergolong kedalam orang-orang yang berbuat kebaikan sehingga dapat memperoleh rahmat Allah swt. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dari bidang akademik adalah melalui pendekatan penelitian dan pendidikan atau pembelajaran.

Melalui pendekatan penelitian dan pendidikan, dapat dilakukan upaya penanggulangan pencemaran plastik dengan bioremediasi. Bioremediasi merupakan kegiatan yang memanfaatkan potensi mikroba (bakteri) yang dapat

¹⁷ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an KEMENAG, *Al-Qur'an Dan Terjemahannya*,” , Juz 1-10, 2019.

mereduksi mikroplastik menggunakan senyawa kimia yang di ekskresikannya.¹⁸ Beberapa bakteri yang hidup di ekosistem mangrove, memiliki potensi sebagai bioremediator seperti bakteri pemfiksasi nitrogen, *phospate solubilizers bacteria*, *photosyntetic anoxygenic sulfur bacteria*, *methane oxidizing bacteria* serta *methanogenic*. Hal ini dikarenakan mikroorganisme yang diperoleh dari hasil isolasi sedimen mangrove dapat mendegradasi Asam phthalate (salah satu komponen pembuatan plastik).¹⁹

Potensi mangrove juga dapat ditemukan di Kota Tulungagung, tepatnya di bagian selatan area Pantai Sine yang terletak pada Desa Kalibatur Kecamatan Kalidawir. Mulanya, tumbuhan mangrove di tanam di area Pantai Sine pada tahun 2006, yang dilakukan oleh Bupati Tulungagung dan komunitas-komunitas pecinta alam dalam upaya penghijauan di daerah setempat.²⁰ Kondisi hutan mangrove yang berdekatan dengan rumah penduduk, serta ramainya aktivitas wisata dan warga sekitar mengakibatkan banyak timbunan sampah, salah satunya ialah sampah plastik. Kondisi tersebut berpotensi dalam pelaksanaan penelitian pencarian mikroba pendegradasi plastik di sedimen mangrove, yang kemudian akan dimanfaatkan sebagai bahan pengembangan media *virtual laboratory*.

Pengembangan *virtual laboratory* sebagai media pembelajaran sudah pernah dilakukan peneliti terdahulu menggunakan aplikasi *adobe flash cs*, dengan

¹⁸ Melati Ferianita Fachrul, Astri Rinanti, *Bioremediasi Pencemar Mikroplastik Di Ekosistem Perairan Menggunakan Bakteri Indigenous*, Prosiding Seminar Nasional Kota Berkelanjutan, 2018, hal.302.

¹⁹ Yingying Wang, et.al, *Aerobic Degradation of Phthalic Acid by Comamonas Acidovorans Fy-1 and Dimethyl Phthalate Ester by Two Reconstituted Consortia from Sewage Sludge at High Concentrations*, World Journal of Microbiology and Biotechnology 19, no. 8, 2003, hal. 811.

²⁰ Nur Laila Syafitri, *Karakteristik Morfologi Tumbuhan Jeruju (Acanthus ilicifolius L.) Di Hutan Mangrove Pantai Sine Kalibatur Tulungagung Sebagai Media Belajar Biologi*, skripsi tidak diterbitkan, 2021, hal.6.

adanya integrasi sains islam pada materi virus mendapatkan hasil tanggapan 93% dari peserta didik, dan rerata 84% dari guru biologi yang menunjukkan media tersebut sangat layak digunakan. Media *virtual laboratory* tersebut juga memperoleh tanggapan dari ahli materi sebesar 85% dan ahli media 93%.²¹ Peneliti lainnya juga melakukan pengembangan laboratorium virtual, namun menggunakan aplikasi *Microsoft Power Point 2010* untuk dikembangkan menjadi media yang interaktif, dengan harapan dapat membantu peserta didik dalam melakukan simulasi praktikum, serta memberikan pengalaman pelaksanaan praktikum maya dimana saja dan kapan saja.²²

Berdasarkan uraian diatas, perlu adanya pengembangan media pembelajaran yang adaptif dan inovatif. Hal tersebut melatar belakangi adanya penelitian dan pengembangan dengan judul “**Pengembangan *Virtual Laboratory* Hasil Identifikasi Bakteri Pendegradasi Plastik di Pantai Sine Tulungagung**”. Penelitian dan pengembangan ini diharapkan dapat digunakan sebagai media belajar peserta didik SMA/MA pada mata pelajaran Biologi materi Bakteri.

B. Perumusan Masalah

1. Identifikasi masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Identifikasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

²¹ Iis Sholikhati, *Pengembangan Virtual Laboratory Dengan Adobe Flash Cs Berintegrasi Sains Islam Sebagai Media Instruksional Pada Materi Virus*, 2018, hal.137.

²² Ainul Mardliyah, *Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Power Point Pada Praktikum Uji Bahan Makanan Untuk Kelas VIII SMP / MTs Uji Bahan Makanan Untuk Kelas VIII SMP / MTs*, skripsi tidak diterbitkan, 2021, hal.8.

- 1) Berdasarkan studi literatur jurnal, kondisi pencemaran mikroplastik semakin meningkat dan dibutuhkan mikroorganisme pendegradasi melalui proses biodegradasi.
 - 2) Berdasarkan studi literatur dan hasil wawancara, perlu adanya media pembelajaran tambahan yang dapat membantu pencapaian Kompetensi Dasar keterampilan, serta visualisasi pada objek mikroskopis seperti bakteri.
- b. Pembatasan masalah pada penelitian ini antara lain:
- 1) Penelitian dan pengamatan ini hanya isolasi dan identifikasi jenis gram bakteri pendegradasi plastik di kawasan estuaria / mangrove pantai Sine Tulungagung.
 - 2) Teknik analisis data menggunakan metode deskriptif kualitatif.
 - 3) Produk yang dihasilkan adalah *Virtual Laboratory* Hasil Identifikasi Bakteri Pendegradasi Plastik di Pantai Sine Tulungagung.
 - 4) Pengujian kelayakan media melalui penilaian validator serta dilakukan uji tanggapan atau respons kepada peserta didik sebagai kriteria ukuran keterbacaan media.

2. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan oleh peneliti, maka pertanyaan penelitian yang di rumuskan adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana hasil identifikasi bakteri pendegradasi plastik di Pantai Sine Tulungagung?

- 2) Bagaimana proses pengembangan *virtual laboratory* hasil identifikasi bakteri Pendegradasi Plastik di Pantai Sine Tulungagung?
- 3) Bagaimana kelayakan *virtual laboratory* hasil identifikasi bakteri Pendegradasi Plastik di Pantai Sine Tulungagung?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mendeskripsikan hasil identifikasi bakteri pendegradasi plastik di Pantai Sine Tulungagung.
2. Untuk mendeskripsikan proses pengembangan *virtual laboratory* hasil identifikasi bakteri Pendegradasi Plastik di Pantai Sine Tulungagung.
3. Untuk mengetahui kelayakan *virtual laboratory* hasil identifikasi bakteri Pendegradasi Plastik di Pantai Sine Tulungagung.

D. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Media pembelajaran yang akan dikembangkan dalam penelitian ini berupa media instruksional yang di kembangkan melalui aplikasi *articulate storyline* dengan basis topik hasil identifikasi bakteri pendegradasi plastik di Pantai Sine Tulungagung yang diberi nama media SATU *virtual laboratory*.

Media *virtual laboratory* memiliki bentuk animasi bergerak dan bersuara, di dalamnya terdapat materi bakteri, petunjuk praktikum, simulasi laboratorium yang didalamnya terdapat komponen pelengkap praktikum seperti alat-alat laboratorium, serta bahan-bahan praktik. Pengembangan *virtual laboratory* terdiri atas beberapa menu diantaranya sebagai berikut:

1. Tampilan awal

Pada tampilan awal terdiri dari judul media, judul materi, tombol mulai masuk ke menu utama.

2. Menu Utama (Home)

Pada menu utama terdapat beberapa pilihan menu yaitu berisi, menu KD (Kompetensi Dasar) dan tujuan pembelajaran, menu materi, menu praktikum, menu evaluasi dan menu profil.

3. Menu KD dan Tujuan pembelajaran

Berisi penjabaran yang lebih detil mengenai standar kompetensi, kompetensi dasar serta tujuan pembelajaran.

4. Menu materi

Pada menu materi berisi beberapa materi penunjang praktikum seperti materi struktur bakteri, bentuk bakteri, klasifikasi bakteri berdasarkan jenis gram, dan peran bakteri dalam proses pendegradasian plastik.

5. Menu Praktikum

Pada menu praktikum bagaian awal berisi langkah pengerjaan kegiatan praktikum virtual yang dilampiri petunjuk praktikum serta *button go-lab* (simulasi praktikum). Peserta didik diarahkan untuk membaca petunjuk praktikum pada menu tersebut, kemudian jika sudah selesai melanjutkan untuk masuk ke menu *go-lab* yang didalamnya terdapat simulasi praktikum pewarnaan bakteri dan identifikasi jenis gram bakteri.

6. Menu Evaluasi

Pada menu evaluasi, pengguna dapat mengukur pemahaman dalam penggunaan media *virtual laboratory* tersebut melalui pengerjaan 10 soal pilihan ganda yang

telah disediakan, serta review jawaban benar sebagai sarana belajar mandiri pengguna.

7. Menu Profil

Pada menu profil, pengguna dapat melihat profil dari pengembang *virtual laboratory*.

E. Kegunaan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mampu berguna baik secara langsung maupun tidak langsung.

Adapun kegunaan yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Kegunaan Teoritis

- a. Sebagai sumber informasi dan pengetahuan untuk mengupayakan penanggulangan pencemaran plastik melalui biodegradasi, dengan remediator berupa bakteri pendegradasi plastik.
- b. Sebagai sumber informasi studi serta bahan kajian atau referensi tambahan bagi penelitian selanjutnya yang memiliki keterkaitan serupa penelitian ini.
- c. Memberikan inovasi pengembangan media pembelajaran pada mata pelajaran biologi bab bakteri, serta referensi dalam pembelajaran di masa pandemi.

2. Kegunaan Praktis

a. Peserta didik

Bagi peserta didik, diharapkan hasil dari penelitian dan pengembangan ini dapat membantu proses belajar untuk mencapai

tujuan pembelajaran tidak hanya pada Kompetensi Dasar pengetahuan, melainkan juga keterampilan. Produk yang dihasilkan nanti, diharapkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang adaptif, dan fleksibel (bisa digunakan dimanapun dan kapanpun), sehingga menunjang kegiatan pembelajaran baik daring maupun luring utamanya di fase pandemi Covid-19.

Hasil penelitian dan pengembangan ini, diharapkan juga dapat meningkatkan hasil belajar pada ranah kognitif dan psikomotorik, serta menambah pemahaman konsep terhadap materi bakteri di SMA kelas X.

b. Pendidik

Bagi pendidik, hasil penelitian dan pengembangan ini diharapkan dapat memberi manfaat dan dapat digunakan sebagai sumber informasi tambahan dalam penyampaian materi pembelajaran. Selain itu, hasil pengembangan ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pencapaian tujuan pembelajaran keterampilan, pengenalan atau simulasi laboratorium maupun persiapan sebelum melakukan praktikum di laboratorium nyata.

c. Peneliti

Bagi peneliti, penelitian dan pengembangan ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi, serta sumbangsih ilmu pengetahuan mengenai bakteri pendegradasi plastik, serta media pembelajaran baik dalam ranah biologi murni maupun biologi pendidikan. Selain itu, dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai sumber tambahan informasi

untuk penelitian selanjutnya serta sebagai acuan dalam melaksanakan perbaikan dan penyempurnaan.

d. Pemerintah

Bagi pemerintah, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi bagi pemerintah mengenai adanya potensi bioremediator yang dapat mendegradasi sebagai upaya penanganan permasalahan plastik untuk pengembalian kondisi ekosistem yang alami dan terjaga.

e. Masyarakat

Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai kedaruratan kondisi lingkungan yang tercemar akibat plastik, agar tidak semakin memperparah kondisi serta dapat menjaga ekosistem alami seperti hutan mangrove dan kawasan pantai dan laut (khususnya daerah Pantai Sine, Tulungagung) dari ancaman mikroplastik.

F. Penegasan Istilah dan Operasional

1. Penegasan Istilah

Terdapat perbedaan arti ataupun istilah dalam penelitian, maka perlu diberikan penjelasan untuk menghindari banyaknya kesalahan. Istilah yang perlu diberi penjelasan ialah sebagai berikut:

a. *Virtual laboratory*

Merupakan seperangkat peralatan dan perlengkapan laboratorium yang dikemas dalam perangkat lunak (*software*) yang dioperasikan dengan perangkat keras (*hardware*) dan dapat melakukan simulasi

kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna media berada di laboratorium sebenarnya.²³

b. Identifikasi

Kegiatan pengelompokan atau pengklasifikasian organisme berdasarkan persamaan ciri yang dimiliki, menurut klasifikasi berdasarkan jenis gram, bakteri dibagi menjadi 2 yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif.²⁴

c. Bakteri

Bakteri ialah salah satu makhluk mikroskopik dari golongan mikroorganisme prokariotik (bersel tunggal) yang juga hidup berkoloni serta tidak mempunyai selubung inti namun mampu hidup dimana saja.

d. Pendegradasi Plastik

Biodegradasi plastik dapat diartikan sebagai proses degradasi polimer yang dilakukan oleh mikroorganisme salah satunya adalah bakteri.²⁵

e. Pantai Sine Tulungagung

²³ Hadi Santoso, *Pengaruh Penggunaan Laboratorium Riil Dan Laboratorium Virtuil Pada Pembelajaran Fisika Ditinjau Dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa*, skripsi tidak diterbitkan, 2009, hal.26.

²⁴ Michelle V. Holderman, et.al, *Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan Di Kota Manado*, Jurnal Ilmiah Sains 17, no. 1, 2017, hal.13.

²⁵ Firsta, dkk. *Potensi Isolat Bakteri Pendegradasi Plastik Jenis Polietilen Oxo-Degradable dari Tanah TPA Benowo Surabaya*. Surabaya: Jurnal Lentera Bio, 2016, hal 10.

Merupakan salah satu pantai di Kota Tulungagung, yang terletak di Desa Kalibatur, Kecamatan Kalidawir yang memiliki hutan mangrove pada area pantai sebelah selatan.²⁶

2. Penegasan Operasional

a. Identifikasi bakteri pendegradasi plastik

Penelitian ini berisi tentang hasil identifikasi bakteri pendegradasi plastik melalui beberapa uji diantaranya uji degradasi (pengurangan berat) plastik, uji morfologi (bentuk, warna, tepian, dan elevasi), serta uji biokimia (pewarnaan bakteri dan katalase). Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi hasil isolasi bakteri *indigenous* yang diambil dari sampel di kawasan estuaria atau mangrove Pantai Sine Tulungagung.

Peneliti melakukan penanaman sampel plastik alfamart yang telah dipotong dan dilakukan penimbangan, pada 9 stasiun dengan ukuran atau jarak antar stasiun 1x1 m². Setelah dilakukan penanaman selama 7 bulan, sampel diambil kemudian ditimbang berat akhirnya. Kemudian sampel sedimen dari tiap plot diambil dan dilakukan pengenceran, inokulasi, serta pembiakan hingga tahap identifikasi jenis gram bakteri.

b. Pengembangan *virtual laboratory*

Hasil dari penelitian identifikasi bakteri pendegradasi plastik di Pantai Sine Tulungagung, akan dikembangkan menjadi produk

²⁶ Nur laila syafitri. *Karakteristik Morfologi Tumbuhan Jeruju (Achantus Ilicifolius L.) Di Hutan Mangrove Pantai Sine Kalibatur Tulungagung Sebagai Media Belajar Biologi*. Tulungagung: Skripsi IAIN Tulungagung, 2021, hal 26.

media pembelajaran berupa *virtual laboratory* berbentuk aplikasi, sebagai sumber belajar tambahan serta sebagai sarana pengenalan atau simulasi pelaksanaan praktikum dalam laboratorium. Selain itu, produk akan dilengkapi materi dan petunjuk praktikum sebagai penunjang penggunaan produk.

Pengembangan *virtual laboratory* melalui aplikasi pengembang *Articulate storyline 3* dan akan menghasilkan format web (.html), selanjutnya akan diubah menjadi bentuk aplikasi *smartphone* melalui aplikasi *Web2Apk Builder*. Produk *virtual laboratory* akan tersedia dalam format website dan dalam format aplikasi *smartphone*.

G. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada penelitian ini memiliki tujuan guna mempermudah dalam memahami penelitian, serta memahami maksud yang terkandung. Sehingga langkah-langkah pada setiap uraian pembahasan dapat dipahami secara sistematis dan terstruktur.

Adapun sistem atau penyusunan pembahasan dalam penulisan penelitian ini terbagi kedalam lima bagian, yakni pertama bagian pendahuluan, kedua bagian landasan teori dan kerangka berfikir, ketiga bagian metode penelitian, keempat bagian hasil penelitian dan pembahasan serta kelima bagian terakhir ialah penutup. Untuk penjelasan yang lebih detil adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN: Pada bagian ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah yang terdiri dari identifikasi masalah, pembatasan

masalah serta pertanyaan penelitian, tujuan dilakukannya penelitian, spesifikasi produk yang diharapkan, kegunaan penelitian (kegunaan teoritis dan praktis), penegasan istilah dan penegasan operasional, serta diakhiri dengan sistematika pembahasan pada penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR: Pada bagian ini memuat landasan teori berisi kumpulan teori yang diperoleh dari berbagai sumber literatur mengenai *virtual laboratory*, identifikasi bakteri, bakteri pendegradasi plastik serta mengenai Pantai Sine Tulungagung, dilanjutkan dengan kajian penelitian terdahulu dan diakhiri dengan skema kerangka berpikir.

BAB III METODE PENELITIAN: Pada bagian ini memuat tentang metode yang dilakukan dalam penelitian tahap I (penelitian identifikasi bakteri pendegradasi plastik) meliputi jenis dan desain penelitian, populasi dan sampel penelitian, teknik pengumpulan data, alat dan bahan penelitian, prosedur kerja, instrumen penelitian, teknik analisis data. Serta dilakukan metode pengembangan di tahap II (pengembangan *virtual laboratory*) meliputi model rancangan pengembangan, prosedur pengembangan (desain uji coba, subjek uji coba, jenis data, instrumen pengumpulan data, serta teknik analisis data).

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN: Pada bagian ini meliputi hasil penelitian tahap I (identifikasi bakteri pendegradasi plastik di Pantai Sine Tulungagung) yang terdiri dari hasil uji biodegradasi berat plastik, pembahasan uji biodegradasi berat plastik, hasil uji morfologi bakteri pendegradasi plastik, pembahasan uji morfologi bakteri pendegradasi plastik, hasil uji biokimia bakteri pendegradasi plastik, pembahasan uji biokimia bakteri

pendegradasi plastik. Dilanjutkan hasil penelitian tahap II (pengembangan *virtual laboratory*) meliputi hasil dari pengembangan *virtual laboratory* (tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan), pembahasan pengembangan *virtual laboratory*, serta kelayakan *virtual laboratory* hasil identifikasi bakteri pendegradasi plastik di Pantai Sine Tulungagung (hasil validasi ahli materi, pembahasan validasi ahli materi, hasil validasi ahli media, pembahasan validasi ahli media, hasil validasi guru biologi, pembahasan validasi guru biologi, hasil angket respons peserta didik, pembahasan angket respons peserta didik).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN PENGGUNANNYA: Pada bagian ini berisi tentang kesimpulan dan saran.