

Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Berbasis Discovery Learning pada Materi Sistem Ekskresi untuk Kelas XI MIPA

Development of Virtual Laboratory Learning Media Based on Discovery Learning on Excretion System Materials for Class XI MIPA

SALIS KHOIRUN NISA, NURMIYATI*, YUDI RINANTO

Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Corresponding authors: nurmiyati@staff.uns.ac.id

Manuscript received: Revision accepted:

ABSTRACT

Penelitian bertujuan untuk: 1) Mengembangkan media pembelajaran laboratorium virtual berbasis discovery learning pada sistem ekskresi, dan 2) Mengetahui kelayakan pengembangan laboratorium virtual berbasis discovery learning pada materi sistem ekskresi. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian Research and Development (R&D) mengacu model 4D (Four-D Model) yang dikemukakan oleh Thiagarajan. Desain penelitian dimodifikasi menjadi 3 langkah yaitu (3-D) yang terdiri atas tahap Define (Pendefinisian), Design (Perancangan), dan Develop (Pengembangan). Penelitian dilakukan di salah satu SMA swasta di Surakarta. Teknik pengambilan subjek penelitian menggunakan teknik simple random sampling. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIPA SMA X Surakarta tahun pelajaran 2018/2019. Subjek penelitian dibagi menjadi dua, yaitu subjek uji coba terbatas dan subjek uji coba lapangan. Subjek uji coba terbatas diambil dari kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 3 dengan jumlah 4 siswa setiap kelas. Subjek uji coba lapangan diambil dari kelas XI MIPA 1 dengan jumlah siswa sebanyak 27 siswa. Teknik pengumpulan data dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahap define dengan teknik pengumpulan menggunakan wawancara, observasi, dan angket siswa, dan tahap develop dengan teknik pengumpulan menggunakan angket. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : 1) Laboratorium virtual berbasis discovery learning pada materi sistem ekskresi berisi simulasi praktikum virtual untuk mempermudah pemahaman siswa terkait materi ekskresi yang bersifat abstrak dan disajikan sesuai sintaks discovery learning agar siswa lebih aktif melakukan penemuan konsep secara mandiri; 2) Media laboratorium virtual berbasis discovery learning pada materi sistem ekskresi layak digunakan dalam pembelajaran berdasarkan penilaian validator, praktisi dan siswa dengan tingkat validitas yang sangat valid.

Keywords: Laboratorium virtual, sistem ekskresi, discovery learning

PENDAHULUAN

Biologi adalah salah satu bidang IPA yang lahir dan berkembang melalui langkah – langkah observasi, perumusan masalah, pembuatan hipotesis berdasarkan eksperimen, penarikan kesimpulan, dan penemuan konsep dan teori (Primarinda, Maridi, & Marjono, 2012). Laboratorium memiliki peranan penting dalam menunjang kegiatan pembelajaran biologi, terutama dalam proses kegiatan sains, sehingga guru biologi sebaiknya mengajak siswa untuk melaksanakan kegiatan praktikum di laboratorium.

Faktor yang berpengaruh untuk keberhasilan kegiatan praktikum adalah adanya sumber daya meliputi peralatan, bahan, ruang, perabot, tenaga laboran, dan teknisi. Ketersediaan sumber daya tersebut akan menunjang kegiatan laboratorium, sebaliknya keterbatasan sumber daya tersebut kerap menjadi pertimbangan guru untuk tidak melakukan kegiatan praktikum (Gunawan, Harjono, & Sahidu, 2015).

Pertimbangan lain untuk tidak melakukan kegiatan praktikum adalah adanya kemungkinan resiko kecelakaan praktikum (F. Yuniarti, Dewi, & Susanti, 2012). Selain itu, pelaksanaan kegiatan praktikum biologi di SMA ditemukan kendala lain yakni laboratorium biologi

yang bergabung dengan laboratorium Fisika dan Kimia, pengalihfungsian laboratorium sebagai ruang kelas, dan kesulitan siswa memahami langkah kerja praktikum (Suryanda, Rusdi, & Kusumawati, 2017).

Sistem ekskresi adalah salah satu materi biologi kelas XI yang bersifat abstrak dan berkaitan dengan proses fisiologi dalam tubuh. Pokok bahasan sistem ekskresi meliputi struktur, fungsi, mekanisme, dan gangguan organ ginjal, kulit, paru – paru, dan hati. Berdasarkan hasil wawancara guru, materi sistem ekskresi dianggap sebagai salah satu materi yang sulit untuk dipahami siswa. Kesulitan pemahaman siswa pada materi sistem ekskresi adalah pemahaman mekanisme kerja organ sistem ekskresi sedangkan kesulitan praktikum pada sistem ekskresi adalah penyediaan urin probandus penderita kelainan ginjal yang akan diuji kandungan urin. Berdasarkan puspendik terkait kesulitan belajar biologi siswa di SMA X Surakarta menunjukkan bahwa penguasaan materi UN Biologi SMA pada materi sistem ekskresi masih rendah, yaitu pada tahun 2015/2016 sebesar 51,55%, dan pada tahun 2016/2017 yaitu 40,26%.

Observasi dilaksanakan di SMA X Surakarta pada Januari 2019 untuk mengetahui kegiatan pembelajaran, dan keadaan laboratorium. Berdasarkan hasil observasi dapat

diketahui bahwa kegiatan pembelajaran biologi kelas XI pada SMA X Surakarta tersebut berupa diskusi, presentasi, dan praktikum. Metode pembelajaran yang diterapkan guru belum mendorong siswa untuk aktif membangun pengetahuannya sendiri. Antusias siswa dalam mengikuti pembelajaran kurang, siswa lebih banyak diam dan hanya mencatat penjelasan guru tanpa menggali pengetahuannya sendiri. Media pembelajaran yang pernah dipakai guru berupa power point dan video saja. Power point yang digunakan dalam pembelajaran berupa rangkuman materi, kurang interaktif, dan kurang mendorong rasa ingin tahu siswa terkait materi yang dipelajari. Berdasarkan wawancara guru, siswa lebih menyukai pembelajaran jika penyampaian materi menggunakan media pembelajaran yang menarik. Hal tersebut didukung oleh hasil angket siswa yang menunjukkan bahwa 85,52% siswa menyukai pembelajaran dengan media yang menarik seperti media interaktif. Multimedia interaktif adalah integrasi media digital yaitu kombinasi dari electronic text, graphics, moving images, dan sound dalam lingkungan digital yang memungkinkan orang berinteraksi dengan data untuk tujuan yang tepat (Kuprienė & Žegunienė, 2017). Multimedia interaktif mempunyai potensi besar dalam memicu siswa untuk merespon positif materi pembelajaran yang disampaikan (Istiqlal & Wutsqa, 2013). Namun, belum ada media interaktif berbasis teknologi di SMA X Surakarta.

Hasil observasi keadaan laboratorium biologi SMA X Surakarta menunjukkan bahwa perlengkapan laboratorium kurang memfasilitasi kegiatan praktikum, seperti jumlah dan ukuran meja praktikum yang kurang menunjang praktikum secara berkelompok, alat praktikum banyak yang rusak dan tidak lengkap, bahan kimia yang kadaluarsa, dan sistem sanitasi yang kurang. Kurangnya fasilitas laboratorium menjadi kendala dalam pelaksanaan kegiatan praktikum, sehingga kegiatan praktikum biologi kelas XI jarang dilakukan.

Berdasarkan hasil observasi, dan wawancara, dapat diketahui bahwa permasalahan pembelajaran biologi kelas XI yang ditemui adalah tidak adanya media pembelajaran interaktif untuk mendukung materi sistem ekskresi yang bersifat abstrak, sehingga antusias belajar siswa kurang dan kurangnya fasilitas laboratorium untuk menunjang kegiatan praktikum sistem ekskresi. Alternatif penyelesaian masalah tersebut adalah pengembangan media pembelajaran yang dapat mensimulasikan kegiatan praktikum.

Pengembangan media pembelajaran merupakan salah satu tuntutan pembelajaran abad 21, yakni integrasi teknologi sebagai media pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan belajar (Yusuf, Widyansih, & Purwati, 2015). Salah satu media pembelajaran interaktif berbasis teknologi yang dapat mensimulasikan kegiatan praktikum adalah laboratorium virtual. Laboratorium virtual adalah rangkaian peralatan laboratorium dalam bentuk multimedia interaktif berbasis komputer yang dapat mensimulasikan aktivitas dalam laboratorium seolah-olah pengguna berada di laboratorium yang sebenarnya (Yuniarti, Yeni, & Yokhebed, 2017). Menurut (Herga, Grmek, & Dinevski, 2014), kelebihan laboratorium virtual adalah praktikan dapat melakukan percobaan yang berbahaya, tanpa membahayakan diri

praktikan ataupun orang lain, simulasi laboratorium virtual terjangkau yakni tanpa biaya tambahan sebanyak yang kita inginkan, dan hasil eksperimen tidak berubah.

Media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mempermudah pembelajaran sistem ekskresi dan dapat mensimulasikan kegiatan praktikum adalah laboratorium virtual berbasis discovery learning, karena menuntun siswa untuk berpartisipasi aktif dalam melakukan penemuan. Selain itu, model discovery learning adalah salah satu model yang sejalan dengan pendekatan saintifik yang saat ini diterapkan dalam pembelajaran kurikulum 2013.

METODE

Penelitian ini dirancang sebagai model penelitian Research and Development (R & D). Jenis penelitian yang digunakan adalah model pengembangan media yang mengacu teori Thiagarajan dengan desain pengembangan 4D (Four-D Model). Desain penelitian dimodifikasi menjadi 3 langkah yaitu tahap define, design dan develop dikarenakan keterbatasan peneliti untuk melakukan tahap disseminate.

Subjek penelitian dalam penelitian pengembangan diperoleh melalui teknik simple random sampling. Populasi dalam penelitian adalah semua siswa kelas XI IPA karena materi sistem ekskresi diajarkan di kelas XI. Subjek penelitian dibagi menjadi 2 yaitu subjek uji coba terbatas dan subjek uji coba lapangan. Subjek uji coba terbatas diambil kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 3 dengan jumlah 4 siswa setiap kelas sehingga jumlah subjek uji coba terbatas berjumlah 8 siswa. Subjek uji coba lapangan diambil kelas XI MIPA 1 dengan jumlah 27 siswa.

Jenis instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini dikelompokkan sesuai dengan langkah-langkah penelitian pengembangan. Jenis instrumen pada tahap pendefinisian berupa angket, pertanyaan terbuka untuk wawancara guru, dan lembar observasi. Jenis instrumen pada tahap pengembangan berupa angket.

Teknik analisis data dalam penelitian dilakukan secara analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif yang diperoleh berupa hasil angket peserta didik dalam bentuk checklist dengan skala likert 1 sampai 5 dan skor kelayakan laboratorium virtual oleh validator dengan skala likert 1 sampai 4. Kemudian data hasil angket peserta didik dianalisis dengan menghitung rata – rata jawaban. Hasil analisis data kemudian disajikan secara kualitatif. Data hasil penilaian kelayakan oleh validator berupa persentase skor yang diolah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PS = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

PS : Persentase Skor

n : Jumlah skor yang diperoleh

N : Jumlah skor maksimal

(Afkar & Hartono, 2017)

Data hasil penilaian kelayakan selanjutnya dikonversi menjadi data kualitatif deskriptif sesuai kriteria kelayakan media yang tersaji seperti pada Tabel berikut:

Tabel 1 - Kriteria Penilaian Kelayakan

Persentase	Kriteria	Kategori
85,01-100	Sangat Valid	Dapat digunakan tanpa revisi
70,01-85,00	Cukup Valid	Dapat digunakan namun revisi kecil
50,01-70,00	Kurang Valid	Disarankan untuk tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
01,00-50,00	Tidak Valid	Tidak boleh dipergunakan

(Akbar, 2013)

Data kualitatif diperoleh dari observasi, hasil wawancara guru, dan saran serta komentar oleh validator ahli, praktisi, dan siswa. Teknik analisis data yang digunakan untuk data kualitatif menggunakan teknik analisis model Miles and Huberman. Miles and Huberman menyatakan bahwa aktivitas dalam analisis data dilakukan secara interaktif dan terus menerus sampai tuntas, sehingga datanya sudah jenuh. Analisis data terdiri atas tiga tahap yaitu data reduction, data display, dan conclusion (Sugiyono, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pengembangan ini adalah laboratorium virtual berbasis discovery learning pada materi sistem ekskresi. Tahapan pengembangan laboratorium virtual dalam penelitian ini mengacu tahap pengembangan 4D (four D model) yang dimodifikasi menjadi 3 langkah yaitu tahap define, design dan develop.

Tahap Pendefinisian

Tahap pendefinisian bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran biologi di kelas yang menjadi dasar peneliti untuk menemukan solusi penyelesaian permasalahan pembelajaran tersebut. Hasil analisis pada tahap pendefinisian adalah sebagai berikut:

Analisis ujung depan

Berdasarkan hasil observasi pembelajaran biologi, diketahui bahwa pembelajaran biologi di kelas XI MIPA SMA X Surakarta sudah menerapkan kurikulum 2013. Namun, dalam penerapan pembelajaran di kelas peran guru masih dominan dalam melaksanakan pembelajaran. Metode yang sering digunakan guru adalah ceramah dan tanya jawab sehingga belum mendorong siswa untuk aktif membangun pengetahuannya sendiri. Sebagian besar siswa kurang antusias dan tidak fokus memperhatikan penyampaian materi oleh guru saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Hal tersebut terlihat saat pengamatan pembelajaran biologi, dimana banyak siswa yang sibuk dengan aktivitas lain di luar materi pelajaran dan tidak memperhatikan guru.

Berdasarkan hasil angket peserta didik, menunjukkan bahwa sebanyak 64,73% siswa merasa mengantuk dan bosan ketika pembelajaran biologi. Hal

tersebut sesuai yang diungkapkan (Muldayanti, 2012) bahwa metode ceramah kurang mendukung siswa untuk terlibat aktif pembelajaran, sehingga siswa hanya diam dan mendengarkan pemaparan materi oleh guru.

Berdasarkan hasil wawancara guru, diketahui bahwa siswa akan antusias dalam mengikuti pembelajaran jika pembelajaran menggunakan media yang menarik dan materi pembelajaran yang disukai siswa. Hal tersebut sesuai yang diungkapkan (Tirtiana, 2013) jika siswa tertarik dengan materi pelajaran dan didukung penyampaian materi yang menarik oleh guru maka keberhasilan proses pembelajaran dapat tercapai dengan mudah.

Berdasarkan hasil angket peserta didik, sebanyak 83,15% siswa menyatakan bahwa terkadang guru menggunakan media pembelajaran berupa power point atau video. Namun, berdasarkan hasil observasi pembelajaran diketahui bahwa power point yang digunakan guru bersifat kurang menarik, dan kurang mendorong rasa ingin tahu siswa terkait materi yang dipelajari. Penerapan media terbaru seperti media interaktif belum dilaksanakan dalam pembelajaran.

Hasil wawancara guru juga mengungkapkan bahwa kurangnya fasilitas laboratorium menjadi kendala dalam pelaksanaan praktikum sehingga praktikum biologi kelas XI jarang dilakukan fasilitas laboratorium kurang mendukung kegiatan praktikum, seperti jumlah dan ukuran meja praktikum yang tidak optimal, kurangnya sanitasi, alat dan bahan yang tidak lengkap, bahan kimia yang kadaluarsa, serta penyimpanan alat dan bahan praktikum yang belum optimal. Hal tersebut belum sesuai dengan Permendiknas No 24 Tahun 2007 tentang Standar Ruang Laboratorium Biologi.

Berdasarkan hasil analisis ujung depan dapat disimpulkan bahwa proses pembelajaran biologi kelas XI MIPA belum sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013. Pembelajaran masih berpusat pada guru, sehingga antusias belajar siswa kurang. Media pembelajaran yang dipakai oleh guru adalah powerpoint, yang bersifat monoton dan kurang menarik. Guru belum menerapkan media pembelajaran terbaru seperti media interaktif. Selain itu, kegiatan praktikum jarang dilakukan dikarenakan fasilitas laboratorium yang kurang baik.

Analisis Peserta Didik

Berdasarkan analisis nilai UTS dan UAS semester I, dapat diketahui bahwa rata – rata nilai UTS I siswa sebesar 69,88 sedangkan rata – rata nilai UAS I siswa sebesar 70,91. Secara keseluruhan, rata – rata nilai UTS I dan UAS I masih di bawah batas KKM dan masih perlu ditingkatkan. Rendahnya nilai siswa dapat dikarenakan metode pembelajaran yang diterapkan guru tidak sesuai dengan gaya belajar siswa. Menurut (Taiyeb & Mukhlisa, 2015) faktor yang berpengaruh untuk meningkatkan hasil belajar siswa adalah gaya belajar dan motivasi belajar. Kurangnya pemahaman gaya belajar dan motivasi belajar oleh guru dan siswa berakibat pada kurangnya hasil belajar kelas.

Berdasarkan hasil angket, diketahui bahwa 64,74% siswa sering merasa bosan saat mengikuti pembelajaran. 73,94% siswa merasa lebih antusias jika pembelajaran dilakukan dengan kegiatan praktikum, tetapi kegiatan praktikum jarang dilakukan. Hanya 63,95% siswa

yang menyukai pembelajaran dengan metode ceramah. Persentase tersebut adalah yang paling rendah dibandingkan yang lain. Namun, berdasarkan hasil observasi metode tersebut sering diterapkan guru dalam pembelajaran.

Gaya belajar siswa kelas XI IPA bervariasi. Sebanyak 84,21% siswa lebih mudah paham ketika materi yang disampaikan dalam bentuk gambar / video, sebanyak 70,53% siswa lebih mudah paham ketika materi yang disampaikan dalam bentuk tulisan dan sebanyak 75,79% siswa lebih mudah paham ketika materi yang disampaikan dalam bentuk suara. Persentase tertinggi terkait gaya belajar adalah siswa menyukai materi yang disampaikan dalam bentuk gambar / video. Salah satu media pembelajaran yang sesuai dengan gaya belajar siswa adalah media interaktif, karena terdapat electronic text, graphics, moving images, dan sound yang memungkinkan orang berinteraksi dengan data untuk tujuan yang tepat (Kuprienė & Žegunienė, 2017). Hasil angket juga mengungkapkan bahwa sebanyak 85,52% siswa menyukai pembelajaran dengan media yang menarik misalnya media interaktif. Namun, penerapan media interaktif dalam pembelajaran belum dilakukan.

Berdasarkan analisis peserta didik, dapat disimpulkan bahwa siswa lebih mudah paham dengan materi yang disampaikan dengan media menarik seperti media interaktif, namun pembelajaran di kelas belum menerapkan media interaktif tersebut.

Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk memilih konsep yang akan disajikan dalam produk. Hasil analisis konsep menunjukkan bahwa salah satu materi biologi kelas XI yang tingkat penguasaannya masih rendah adalah sistem ekskresi. Hal tersebut dikarenakan materi sistem ekskresi bersifat abstrak, yang tidak dapat diamati secara langsung proses kerjanya (Rizki, Nurmaliah, & S, 2016). Berdasarkan hasil wawancara guru, siswa sulit memahami mekanisme kerja organ sistem ekskresi karena bersifat abstrak. Menurut (Mayangsari, Suratno, & Wahono, 2015) kesulitan siswa dalam pemahaman materi sistem ekskresi terletak pada sub pokok materi komposisi zat yang terkandung dalam urin, proses pembentukan urin dan struktur ginjal pada struktur ginjal manusia. Hasil penguasaan materi sistem ekskresi pada Ujian Nasional SMA X Surakarta tahun 2015/2016, dan 2016/2017 yang masih rendah, dikarenakan capaian nilai tersebut masih di bawah 55. Oleh karena itu, perlu diupayakan untuk peningkatan pemahaman siswa pada materi sistem ekskresi.

Analisis Tugas

Analisis tugas dilakukan untuk mengetahui tugas yang harus dipenuhi oleh siswa sesuai dengan materi sistem ekskresi dan untuk menggambarkan tugas yang akan disajikan dalam laboratorium virtual. Penyusunan analisis tugas berdasarkan indikator KD 3.9, antara lain 1) Menjelaskan proses pembentukan urin; 2) Mengidentifikasi kandungan urin; 3) Menganalisis faktor – faktor yang mempengaruhi produksi urin; 4) Menganalisis mekanisme pengeluaran keringat; dan 5) Menganalisis proses yang terjadi dalam organ hati. Indikator dicapai melalui kegiatan praktikum virtual yang pengerjaannya berbantuan lembar kerja siswa. Lembar kerja siswa

didesain sesuai sintaks pada laboratorium virtual yakni sintaks model discovery learning. Siswa diharapkan untuk mengerjakan lembar kerja siswa tersebut untuk mencapai indikator yang diharapkan.

Perumusan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran menggunakan laboratorium virtual adalah siswa mampu menjelaskan proses pembentukan urin, mampu mengidentifikasi kandungan urin, mampu menganalisis faktor – faktor yang mempengaruhi produksi urin, mampu menganalisis mekanisme pengeluaran keringat, dan mampu menganalisis proses yang terjadi dalam organ hati dengan benar setelah melakukan kegiatan praktikum secara virtual. Tujuan akhir penelitian dan pengembangan dalam penelitian adalah untuk mengetahui kelayakan pengembangan laboratorium virtual berbasis discovery learning pada materi sistem ekskresi.

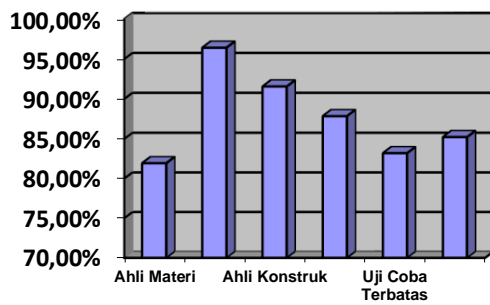
Tahap Perancangan

Tahap selanjutnya dilakukan perancangan dalam membuat laboratorium virtual. Tahap perancangan meliputi pemilihan media, pemilihan format, dan desain awal. Pemilihan media didasari oleh kesulitan materi sistem ekskresi pada mekanisme organ yang tidak dapat dilihat secara langsung, sehingga kurang memungkinkan untuk dipraktikkan secara riil. Selain itu, didasari oleh karakteristik peserta didik, dan kebutuhan siswa akan teknologi gadget.

Laboratorium virtual dibuat dalam bentuk format (APK) untuk aplikasi android, dan format (exe) untuk aplikasi personal computer. Desain awal laboratorium virtual dibuat sesuai dengan rancangan storyboard dan flowchart yang telah dibuat. Laboratorium virtual yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah laboratorium virtual berbasis discovery learning. Hal tersebut disesuaikan dengan Kurikulum 2013 yang menekankan penerapan pendekatan saintifik meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan (Hidayati & Endryansyah, 2014). Laboratorium virtual dapat langsung dioperasikan tanpa menggunakan akses internet setelah penginstalan aplikasi. Desain awal laboratorium virtual berbasis discovery learning pada materi sistem ekskresi ini terdiri atas materi, petunjuk praktikum, praktikum, dan kuis.

Tahap Pengembangan

Draft 1 laboratorium virtual yang telah dikembangkan, diuji validitasnya oleh para ahli sebelum diujicobakan. Validator dalam penelitian berjumlah 3 orang ahli dan 2 orang praktisi yaitu guru biologi kelas XI. Penilaian laboratorium virtual secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Penilaian Laboratorium Virtual

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa penilaian laboratorium virtual oleh ahli, praktisi dan siswa bervariasi. Penilaian oleh ahli materi bertujuan untuk mengetahui kelayakan laboratorium virtual dilihat dari isi materi pada laboratorium virtual. Instrumen penilaian terdiri atas 3 aspek yaitu aspek cakupan materi, keakuratan materi dan kemutakhiran. Ketiga aspek tersebut diuraikan ke dalam 8 indikator. Berdasarkan analisis penilaian oleh ahli materi, dapat diketahui bahwa persentase skor pada aspek cakupan materi sebesar 75%, aspek keakuratan materi sebesar 83,33%, dan aspek kemutakhiran sebesar 87,50%. Secara keseluruhan persentase rata-rata penilaian laboratorium virtual oleh ahli materi sebesar 81,94%, sehingga memiliki tingkat validitas yang cukup valid dan dapat digunakan namun revisi kecil (Akbar, 2013). Saran dan komentar ahli materi adalah perlu ditambahkan praktikum untuk mekanisme ginjal, mekanisme hati, serta mekanisme kulit, dan jenis praktikum uji kandungan urin hanya uji kandungan amoniak, protein, dan glukosa saja.

Selanjutnya, dilakukan validasi oleh ahli media untuk mengetahui kelayakan laboratorium virtual dilihat dari kesesuaian tampilan laboratorium virtual. Instrumen penilaian terdiri atas 2 aspek yaitu aspek rekayasa perangkat lunak dan komunikasi visual. Kedua aspek tersebut diuraikan menjadi 13 indikator. Berdasarkan analisis penilaian oleh ahli media, dapat diketahui bahwa persentase skor pada aspek rekayasa perangkat lunak sebesar 100%, dan aspek komunikasi visual sebesar 92,86%. Secara keseluruhan, persentase rata-rata penilaian laboratorium virtual oleh ahli media sebesar 96,43%, sehingga memiliki tingkat validitas yang sangat valid dan dapat digunakan tanpa revisi (Akbar, 2013).

Saran dan komentar menurut ahli media adalah perlu ditambahkan identitas nama pembimbing pada halaman depan, prosedur setiap praktikum tidak perlu diletakkan pada halaman tersendiri, perlu ditambahkan navigasi tombol home untuk kembali ke menu praktikum, perlu ditambahkan pembahasan pada kuis, dan tombol back pada halaman praktikum dihilangkan, agar tidak terjadi pengulangan langkah praktikum.

Laboratorium virtual kemudian dinilai oleh ahli konstruk untuk mengetahui kesesuaian penggunaan dalam pembelajaran. Instrumen penilaian terdiri atas 7 aspek yaitu 1) Kualitas Isi/Materi; 2) Kesesuaian dengan Discovery Learning; 3) Kualitas Metode Penyajian; 4) Penggunaan Bahasa; 5) Penggunaan Ilustrasi; 6) Kualitas Tampilan Aplikasi Media Laboratorium Virtual; dan 7) Efektivitas

Penggunaan. Ketujuh aspek tersebut diuraikan ke dalam 33 indikator.

Berdasarkan analisis penilaian oleh ahli konstruk, dapat diketahui bahwa persentase skor pada aspek kualitas isi/materi sebesar 90%, aspek kesesuaian dengan discovery learning sebesar 95,83%, aspek kualitas metode penyajian sebesar 88,89%, aspek penggunaan bahasa sebesar 93,75%, aspek penggunaan ilustrasi sebesar 85%, aspek kualitas tampilan aplikasi media laboratorium virtual sebesar 87,50% dan aspek efektivitas penggunaan sebesar 100%. Secara keseluruhan, rata-rata persentase penilaian laboratorium virtual oleh ahli konstruk sebesar 91,57%, sehingga memiliki tingkat validitas yang sangat valid dan dapat digunakan tanpa revisi (Akbar, 2013). Saran dan komentar menurut ahli konstruk adalah perlu perbaikan redaksi petunjuk praktikum, keterangan urin normal dan tidak normal pada halaman permasalahan praktikum uji kandungan urin dihilangkan, perubahan warna pada uji kandungan glukosa terlalu cepat, perlu penambahan kata penghubung antar konsep. Menurut (Ismail, Lukman, & Alio, 2013), kata yang tercantum pada garis peta konsep berfungsi untuk memberikan hubungan antar konsep – konsep. Selain itu, saran dan masukan lain oleh ahli konstruk adalah perlu ditambahkan feedback pada bagian akhir kuis. Menurut Keller dalam (Adi, Suratno, & Iqbal, 2016) feedback bermanfaat untuk memberikan suasana belajar yang menyenangkan dan meningkatkan motivasi belajar.

Setelah penilaian oleh para ahli dilakukan, selanjutnya dilakukan penilaian laboratorium virtual oleh praktisi. Instrumen penilaian oleh praktisi terdiri atas 5 aspek yaitu : 1) Aspek rekayasa perangkat lunak; 2) Komunikasi visual; 3) Cakupan materi; 4) Keakuratan materi; dan 5) Kemutakhiran. Kelima aspek tersebut diuraikan ke dalam 21 indikator. Berdasarkan analisis penilaian oleh praktisi, dapat diketahui bahwa persentase skor pada aspek rekayasa perangkat lunak sebesar 89,58%. Persentase skor aspek komunikasi visual sebesar 89,29%. Persentase skor aspek cakupan materi sebesar 83,33%. Persentase skor aspek keakuratan materi sebesar 83,33%. Persentase skor aspek kemutakhiran sebesar 93,75%. Secara umum, dapat diketahui bahwa rata-rata persentase penilaian laboratorium virtual secara keseluruhan oleh praktisi sebesar 87,86%, sehingga memiliki tingkat validitas yang sangat valid dan dapat digunakan tanpa revisi (Akbar, 2013). Saran dan komentar menurut praktisi adalah fasilitas pendukung seperti HP dan kuota siswa harus disiapkan sebelum pelaksanaan uji coba, perubahan warna uji protein dan animasi gerak proses pembentukan urin terlalu cepat, perlu ditambahkan tombol pause pada video, serta perlu ditambahkan soal tentang paru – paru sebagai alat ekskresi.

Setelah penilaian oleh para ahli dan praktisi dilakukan, tahap selanjutnya adalah revisi laboratorium virtual berdasarkan saran dan masukan oleh ahli dan praktisi untuk menghasilkan draft 2. Draft 2 laboratorium virtual kemudian diujicobakan kepada siswa meliputi uji coba terbatas dan uji coba lapangan. Instrumen uji coba siswa terdiri atas 3 aspek yaitu aspek rekayasa perangkat lunak, komunikasi visual, dan lembar kerja siswa. Ketiga aspek tersebut diuraikan ke dalam 16 indikator.

Analisis penilaian uji coba terbatas, menunjukkan bahwa persentase penilaian laboratorium virtual pada aspek rekayasa perangkat lunak sebesar 86,98%, aspek komunikasi visual sebesar 83,48%, dan aspek lembar kerja siswa sebesar 79,17%. Aspek perangkat lunak memiliki validitas sangat valid, sedangkan aspek komunikasi visual dan lembar kerja siswa memiliki validitas cukup valid. Oleh karena itu, dapat diketahui rata-rata persentase penilaian laboratorium virtual secara keseluruhan oleh siswa uji coba terbatas sebesar 83,21%, sehingga memiliki tingkat validitas yang cukup valid dan dapat digunakan namun revisi kecil (Akbar, 2013). Saran dan komentar menurut siswa uji coba terbatas adalah perlu ditambahkan background yang menarik, layout lebih diperjelas, dan perlu ditambahkan animasi – animasi yang menarik. Hal ini sesuai yang diungkapkan (Imamah, 2012) bahwa sebagian besar siswa menyukai belajar IPA dengan video atau animasi pembelajaran karena lebih menarik dan mudah untuk dipahami. Video atau animasi pembelajaran membantu untuk mempelajari IPA yang berkaitan deskripsi suatu istilah, fungsi ataupun proses.

Analisis penilaian uji coba lapangan menunjukkan bahwa persentase penilaian laboratorium virtual pada aspek rekayasa perangkat lunak sebesar 84,41%, aspek komunikasi visual sebesar 85,19%, dan aspek lembar kerja siswa sebesar 86,11%. Aspek perangkat lunak memiliki validitas cukup valid, sedangkan aspek komunikasi visual dan lembar kerja siswa memiliki validitas sangat valid. Oleh karena itu, dapat diketahui rata-rata persentase penilaian laboratorium virtual secara keseluruhan oleh siswa uji coba lapangan sebesar 85,24%, sehingga memiliki tingkat validitas yang sangat valid dan dapat digunakan tanpa revisi (Akbar, 2013). Saran dan komentar menurut siswa uji coba lapangan adalah terdapat kesalahan penulisan pada halaman awal kuis, tampilan video perlu diperbesar, materi kurang lengkap, perlu ditambahkan materi lain ke aplikasi dan sebaiknya aplikasi dimasukkan ke playstore. Semua saran dan masukan oleh ahli, praktisi, dan siswa telah terakomodasi pada hasil final laboratorium virtual.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan produk yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa 1) Laboratorium virtual berbasis discovery learning pada materi sistem ekskresi berisi simulasi praktikum virtual untuk mempermudah pemahaman siswa terkait materi ekskresi yang bersifat abstrak dan disajikan sesuai sintaks discovery learning agar siswa lebih aktif melakukan penemuan konsep secara mandiri dan 2) Media laboratorium virtual berbasis discovery learning pada materi sistem ekskresi layak digunakan dalam pembelajaran berdasarkan penilaian validator, praktisi dan siswa dengan tingkat validitas yang sangat valid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian Ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, peneliti mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing, validator, guru biologi dan siswa siswi kelas XI Sekolah

Menengah Atas sebagai subjek penelitian, serta semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI DAN SITASI

- Adi, W. C., Suratno, & Iqbal, M. (2016). Pengembangan Virtual Laboratory Sistem Ekskresi dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(4), 130–136.
- Afkar, F. I., & Hartono, R. (2017). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik dengan Model Pengembangan 4-D pada Materi Mitigasi Bencana dan Adaptasi Bencana Kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori Dan Praktek Dalam Bidang Pendidikan Dan Ilmu Geografi*, 22(2), 135–147.
- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Gunawan, Harjono, A., & Sahidu, H. (2015). Pengembangan Model Laboratorium Virtual Berorientasi Pada Kemampuan Pemecahan Masalah Bagi Calon Guru Fisika. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPPF)*, 5(2), 41–46.
- Herga, N. R., Grmek, M. I., & Dinevski, D. (2014). Virtual Laboratory As an Element of Visualization When. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 13(4), 157–165.
- Hidayati, N., & Endryansyah. (2014). Pengaruh Penggunaan Pendekatan Ilmiah (Scientific Approach) dalam Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XII TITL 1 SMK Negeri 7 Surabaya pada Standar Kompetensi Mengoperasikan Sistem Kendali Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 3(2), 25–29.
- Imamah, N. (2012). Peningkatan Hasil Belajar IPA melalui Pembelajaran Kooperatif berbasis Konstruktivisme Dipadukan dengan Video Animasi Materi Sistem Kehidupan Tumbuhan. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 32–36.
- Ismail, M., Lukman, & Alio, L. (2013). Meningkatkan hasil belajar ikatan kimia dengan menerapkan strategi pembelajaran peta konsep pada siswa kelas X di SMA Negeri I Telaga. *Jurnal Entropi*, 8(1), 1–10.
- Istiqlal, M., & Wutsqa, D. U. (2013). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Matematika SMA untuk Meningkatkan Motivasi dan Prestasi Belajar Matematika Materi Logika Matematika. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 44–54.
- Kuprienė, L., & Žegunienė, V. (2017). Integration of Interactive Media Into Foreign Language Learning To Support Efficiency of Study Process. *SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. Proceedings of the International Scientific Conference*, 3, 515. <https://doi.org/10.17770/sie2017vol3.2433>
- Mayangsari, P. W., Suratno, & Wahono, B. (2015). Pengaruh Strategi Pembelajaran MURDER (Mood, Understand, Recall, Digest, Expand, Review)

Berbasis Media Interaktif Flash terhadap Kemampuan Berpikir Kritis, Metakognisi dan Pencapaian Hasil Belajar Siswa (Mata Pelajaran Biologi Kelas XI Materi Sistem Eksk. *Jurnal Edukasi Unej*, 2(2), 7–11.

- Muldayanti, N. . (2012). Pembelajaran Biologi Model STAD dan TGT ditinjau dari Keingintahuan dan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 12–17. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/index.php/jpii%0A>
- Primarinda, I., Maridi, & Marjono. (2012). Pengaruh Model Pembelajaran Cooperative Learning tipe Group Investigation (GI) terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Elajar Biologi Siswa Kelas X. *Pendidikan Biologi*, 4(2), 60–71.
- Rizki, W., Nurmaliah, Cu., & S, M. A. (2016). Pemanfaatan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia Di Mtsn Rukoh Kota Banda Aceh. *Jurnal Biotik*, 4(2), 136–142.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suryanda, A., Rusdi, & Kusumawati, D. (2017). Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI. *Biosfer : Jurnal Pendidikan Biologi (BIOSFERJPB)*, 10(1), 1–8.
- Taiyeb, A. M., & Mukhlisa, N. (2015). Hubungan Gaya Belajar dan Motivasi Belajar dengan Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Tanete Rilau. *Jurnal Bionature*, 16(1), 8–16.
- Tirtiana, C. P. (2013). Pengaruh Kreativitas Belajar, Penggunaan Media Pembelajaran Power Point, dan Lingkungan Keluarga terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Akuntansi pada Siswa Kelas X AKT SMK Negeri 2 Blora Tahun Ajaran 2012/2013 (Motivasi Belajar sebagai Variabel Intervenin. *Economic Education Analysis Journal*, 2(2), 15–23.
- Yuniarti, A., Yeni, L. F., & Yokhebed. (2017). Development of Virtual Laboratory Based on Interactive Multimedia on Planting and Painting Bacteria Development of Virtual Laboratory Based on Interactive Multimedia on Planting and Painting Bacteria. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Modern Berbasis Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Abad 21 dan Kurikulum 2013. *Pancaran*, 4(2), 189–200.