

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan pengembangan aplikasi laboratorium virtual biologi berbasis android pada materi sistem ekskresi. Laboratorium virtual merupakan media pembelajaran berbentuk perangkat lunak yang digunakan dalam *smathphone* berbasis android yang berisi materi sistem ekskresi. Penelitian dilakukan dengan mengacu pada tahapan penelitian dan development (R&D) sesuai dengan tahapan 4-D (*four-D model*). Hasil dari seluruh tahapan akan dicantumkan dalam dalam penjelasan di bawah.

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian (*define*) adalah tahap awal pengembanagan produk yang bertujuan untuk mengidentifikasi pewrmasalahan dalam pembelajaran biologi sehingga menjadi dasar untuk pemilihan solusi dari permasalahan tersebut. Tahap pendefinisian (*define*) terdiri dari analisis awal, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas, dan analisis tujuan pembelajaran.

a. Hasil Analisis Awal (*Front-end Analysis*)

Analisis awal bertujuan untuk mengetahui permasalahan dalam kegiatan pembelajaran. Kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data adalah berupa observasi kelas, wawancara guru dan angket analisis kebutuhan peserta didik kelas XI.

1) Observasi Kelas

Kegiatan observasi kelas mengenai proses pembelajaran dilakukan selama magang kependidikan III yaitu pada bulan September-November 2019 di SMA Negeri 3 Boyolali tahun pelajaran 2018/2019. Ringkasan hasil observasi guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran adalah sebagai berikut:

- a) Proses pembelajran cukup baik.
- b) Guru memanfaatkan berbagai bahan belajar, mulai buku pegangan, video pembelajaran, *power point* serta *gadget*.

- c) Peserta didik aktif dalam kegiatan pembelajaran.
 - d) Peserta didik menyalahgunakan gadget dalam proses pembelajaran untuk kepentingan lain seperti bermain *game* dan membuka media sosial seperti Instagram.
 - e) Penggunaan laboratorium yang kurang optimal.
- 2) Wawancara Guru

Kegiatan wawancara guru dilaksanakan secara langsung pada tanggal 17 Januari 2020 pada salah satu guru biologi yang mengajar kelas XI SMA Negeri 3 Boyolali (Lampiran 16). Ringkasan hasil wawancara guru adalah sebagai berikut:

- a) Guru menggunakan berbagai media pembelajaran menggunakan buku pengangan, multimedia dan video.
 - b) Pembelajaran biologi lebih banyak dilakukan di dalam kelas.
 - c) Praktikum sistem ekskresi tidak dilaksanakan pada tahun sebelumnya karena keterbatasan waktu.
 - d) Perlu adanya media laboratorium virtual yang dapat membantu peserta didik untuk melakukan pembelajaran tanpa terbatas tempat dan waktu.
- 3) Wawancara Peserta didik

Kegiatan wawancara peserta didik dilaksanakan pada tanggal 17 Januari 2020 pada ssiwa kelas XI SMA Negeri 3 Boyolali (Lampiran 17). Ringkasan hasil wawancara guru adalah sebagai berikut:

- a) Laboratorium biologi sudah bersih dan baik, namun penataannya kurang rapi, kurang terawat dengan baik, jarang digunakan, dan beberapa alat telah rusak.
- b) Praktikum hanya dilaksanakan satu kali saat semester I dan hanya satu kali saat kelas X.
- c) Pembelajaran biologi pada materi sistem ekskresi hanya dilaksanakan dikelas tanpa kegiatan praktikum.
- d) Peserta didik mengaku lebih senang jika melakukan praktikum di laboratorium daripada pembelajaran di kelas.

- e) Perlu adanya media laboratorium virtual untuk menunjang proses belajar

4) Angket Peserta Didik

Kegiatan penyebaran angket peserta didik dilakukan secara online yang berupa *checklist*. Penyebaran angket dilaksanakan pada bulan Januari 2020 (Lampiran 18). Berikut hasil angket kebutuhan peserta didik:

- a) 94% peserta didik merasa bahwa proses pembelajaran dengan media lebih mudah dipahami.
- b) 52% peserta didik menyatakan jarang melakukan kegiatan praktikum dalam menunjang pembelajaran biologi,
- c) 83% peserta didik merasa bahwa proses pembelajaran melalui kegiatan praktikum lebih mudah dipahami.
- d) 93% peserta didik menyukai pembelajaran dengan media interaktif.
- e) 89% peserta didik merasa proses pembelajaran melalui media gambar dan video lebih mudah dipahami.
- f) 98% peserta didik memanfaatkan *Handphone* selama proses pembelajaran di sekolah.
- g) 100% peserta didik setuju apabila dikembangkan laboratorium virtual.

b. Hasil Analisis Peserta Didik (*Learner Analysis*)

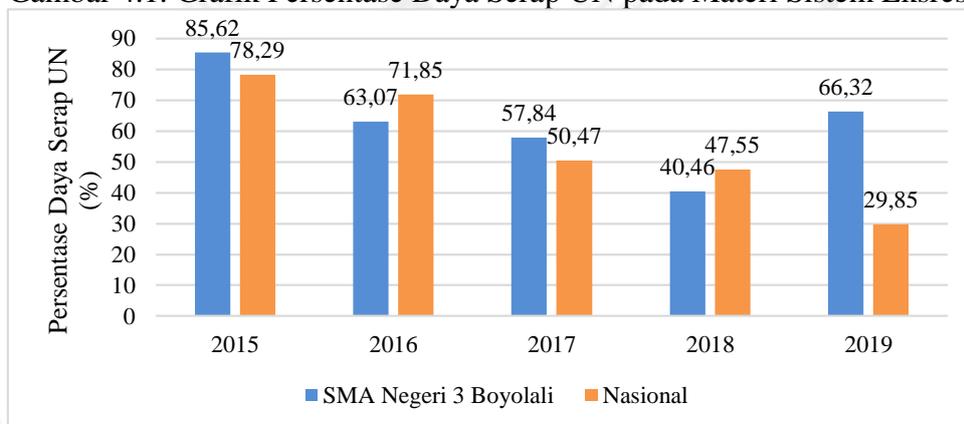
Kegiatan analisis peserta didik dilaksanakan guna mengetahui tingkat pengetahuan, keterampilan, dan karakteristik peserta didik yang etlah dimiliki peserta didik guna mencapai tujuan akhir sesuai dengan Kurikulum 2013. Peserta didik kelas XI SMA berusia sekitar 17 tahun. Karakter peserta didik juga diketahui hasil dari angket kebutuhan. Hasil angket tersebut menunjukkan bahwa 98% peserta didik sering memanfaatkan *handphone* dalam proses pembelajaran. 94% peserta didik merasa bahwa proses pembelajaran dengan media lebih mudah dipahami. 83% peserta didik merasa bahwa proses pembelajaran melalui kegiatan praktikum lebih mudah

dipahami. 89% peserta didik merasa proses pembelajaran melalui media gambar dan video lebih mudah dipahami.

c. Hasil Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Tahap analisis konsep dilaksanakan dengan mengidentifikasi Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) sehingga diperoleh peta konsep pembelajaran pada materi sistem ekskresi kelas XI SMA/MA. Analisis konsep dilaksanakan dengan melihat data nasional daya serap UN mengenai materi sistem ekskresi kelas XI yang cenderung mengalami penurunan pada setiap tahunnya (Lampiran 19). Data diperoleh dari Pusat Penilaian Pendidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sebagai berikut:

Gambar 4.1. Grafik Persentase Daya Serap UN pada Materi Sistem Ekskresi



Berdasarkan Gambar 4.1. dapat diketahui bahwa penguasaan peserta didik terhadap materi sistem ekskresi di tingkat sekolah perlu ditingkatkan, karena persentase penguasaan materi sistem ekskresi di SMAN 3 Boyolali pada tahun 2015 sebesar 85,62%, 2016 sebesar 63,07%, 2017 sebesar 7,84%, 2018 sebesar 40,46% dan 2019 sebesar 66,32%. Data nasional juga menunjukkan daya serap UN Biologi pada materi sistem ekresi dari tahun 2015 hingga tahun 2019 mengalami penurunan secara berturut-turut. Pada tahun 2015 sebesar 78,29%, tahun 2016 sebesar 71,85%, tahun 2017 sebesar 50,47%, tahun 2018 sebesar 47,55% dan tahun 2019 sebesar 29,85%.

d. Hasil Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Analisis tugas dilaksanakan untuk mengetahui tugas utama dan kemampuan yang harus dicapai oleh peserta didik pada materi sistem ekskresi. Analisis tugas disusun berdasarkan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) pada materi sistem ekskresi kelas XI SMA. Kompetensi dasar yang disajikan dalam media laboratorium virtual adalah KD 3.9 yang kemudian dijabarkan lebih lanjut menjadi indikator pencapaian kompetensi yang harus dicapai peserta didik (terlampir pada lampiran 5)

Berdasarkan penyusunan kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi maka disusunlah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai pendamping media laboratorium virtual agar memperkuat kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik (terlampir pada lampiran 5).

e. Analisis Tujuan Pembelajaran (*Specifying Instructional Objectives*)

Tahap akhir pada tahap pendefinisian (*define*) adalah menganalisis tujuan pembelajaran untuk mengetahui tujuan yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran menggunakan media virtual. Tujuan pembelajaran disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi pada materi sistem ekskresi (terlampir pada lampiran 5)

Tujuan akhir dari penelitian pengembangan ini adalah untuk mengetahui kualitas pengembangan media laboratorium virtual berbasis Android pada materi sistem ekskresi sehingga bagus digunakan dalam pembelajaran biologi.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap *design* memiliki tujuan untuk merancang laboratorium virtual biologi pada materi sistem ekskresi yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran biologi. Tahap *design* meliputi:

a. Pemilihan Media (*Media Selection*)

Media pembelajaran yang tepat untuk dikembangkan berdasarkan hasil analisis pada tahap pendefinisian yaitu media pembelajaran multimedia

berupa laboratorium virtual biologi berbasis android. Pemilihan media laboratorium virtual biologi berbasis android berdasarkan hasil angket peserta didik yang mengakui bahwa belajar menggunakan multimedia dengan adanya gambar, video, teks, dan audio lebih mudah dipahami disbanding dengan bahan ajar buku teks. Peserta didik juga merasa bahwa proses pembelajaran melalui kegiatan praktikum lebih mudah dipahami.

b. Pemilihan Format (*Format Selection*)

Media laboratorium yang dikembangkan merupakan sebuah aplikasi yang dapat digunakan pada *smartphone* android (format .apk). Media pembelajaran ini dikembangkan dengan *software* Adobe Flash CC 2015.

c. Desain Awal (*Initial Design*)

Desain awal (*initial design*) bertujuan untuk membuat rancangan laboratorium virtual yang disebut dengan *draft I*. Penyusunan *draft I* menghasilkan rancangan laboratorium virtual dengan stuktur di dalamnya mencakup halaman halaman depan, menu pengenalan, menu materi, menu diskusi, menu petunjuk praktikum, menu praktikum, dan menu *quiz*.

Media laboratorium virtual dapat diakses tanpa terbatas waktu dan tempat oleh peserta didik, sehingga laboratorium ini dapat dijadikan sebagai media belajar mandiri. Materi yang disajikan dalam bentuk teks, gambar dan video yang terhubung ke youtube, sehingga dapat langsung dipelajari oleh peserta didik setelah aplikasi tersebut terinstal, serta dapat diakses ketika *handphone* peserta didik tidak terhubung dengan jaringan internet.

1) Halaman Depan

Halaman depan (Gambar 4.2) pada aplikasi laboratororium virtual akan muncul beberapa saat setelah aplikasi dibuka. Pada halaman ini memuat menu profil pengembang, tombol mulai, tombol *log out* untuk keluar dari aplikasi, dan tombol speaker untuk mengatur *backsound*.

Gambar 4.2. Halaman Depan Aplikasi Laboratorium Virtual



2) Halaman Menu Utama

Halaman menu utama akan muncul setelah peserta didik menekan tombol mulai pada halaman depan. Halaman menu utama (Gambar 4.3), berisi 5 pilihan menu, yakni materi, diskusi, petunjuk praktikum, praktikum, dan quiz.

Gambar 4.3. Halaman Menu Utama



3) Menu Materi

Menu materi (Gambar 4.4) berisi 6 sub menu, yaitu kompetensi dasar, pengertian dan organ ekskresi, gangguan sistem ekskresi, teknologi kesehatan sistem ekskresi, video materi sistem ekskresi, dan daftar pustaka.

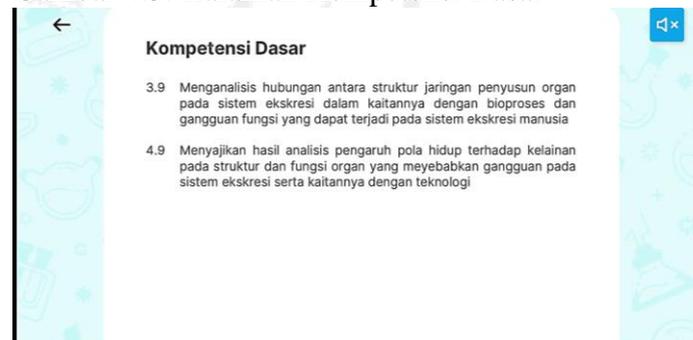
Gambar 4.4. Halaman Menu Materi



a) Menu Kompetensi Dasar

Menu kompetensi dasar (Gambar 4.5) berisi halaman mengenai Kompetensi Dasar (KD) 3.9 dan 4.9 yang sesuai dengan Permendikbud No. 37 tahun 2018 tentang Sistem Ekskresi.

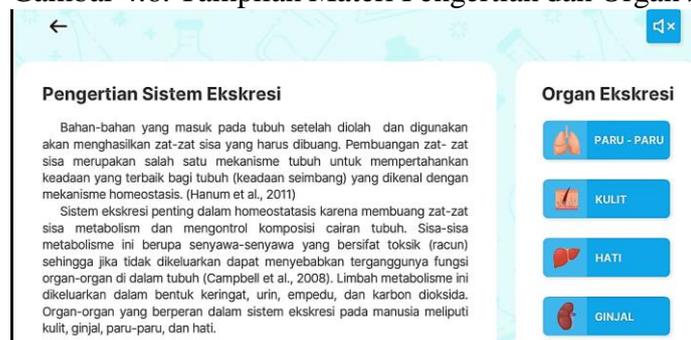
Gambar 4.5. Halaman Kompetensi Dasar



b) Menu Pengertian dan Organ Ekskresi

Menu pengetahuan dan organ ekskresi (Gambar 4.6) memuat pengetahuan sistem ekskresi dan memuat 4 sub menu yakni paru-paru, kulit, hati, dan ginjal. Setiap sub menu organ tersebut apabila di klik akan muncul halaman yang berisi materi mengenai pengertian organ, bagian-bagian organ, dan mekanismenya.

Gambar 4.6. Tampilan Materi Pengertian dan Organ Sistem Ekskresi



c) Menu Gangguan Sistem Ekskresi

Menu gangguan sistem ekskresi (Gambar 4.7) terdiri dari 4 sub menu, yaitu paru-paru, kulit, hati, dan ginjal. Setiap sub menu memuat halaman berisi materi mengenai gangguan dan penyakit yang menyerang organ ekskresi.

Gambar 4.7. Tampilan Materi Gangguan Sistem Ekskresi



d) Menu Teknologi Kesehatan Sistem Ekskresi

Menu teknologi kesehatan sistem ekskresi (Gambar 4.8) menjelaskan mengenai teknologi yang digunakan dalam kesehatan sistem ekskresi. Menu ini tersusun dari 4 sub menu yaitu transplantasi ginjal, hemodialisis, cangkok kulit, dan ESWL (*Extra Shock Wave Lithotripsy*).

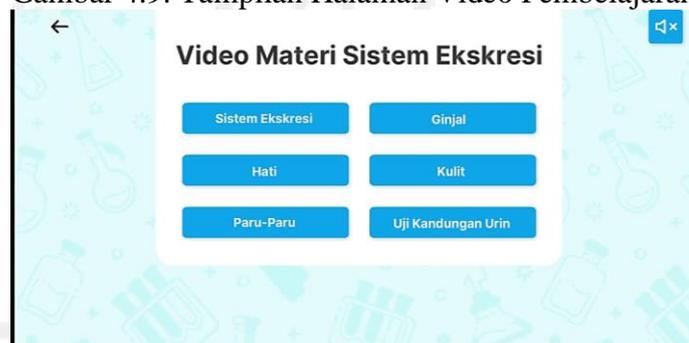
Gambar 4.8 Tampilan Materi Teknologi Sistem Ekskresi



e) Menu Video Materi Sistem Ekskresi

Menu video materi sistem ekskresi (Gambar 4.9) terdiri dari 6 sub menu yaitu sistem ekskresi, hati, ginjal, kulit, paru-paru, dan uji kadungan urin. Setiap sub materi berisi video pembelajaran yang terhubung ke *youtube*.

Gambar 4.9. Tampilan Halaman Video Pembelajaran



f) Menu Daftar Pustaka

Menu daftar pustaka (Gambar 4.10) memuat halaman yang berisi daftar referensi yang digunakan dalam menyusun materi pada laboratorium virtual.

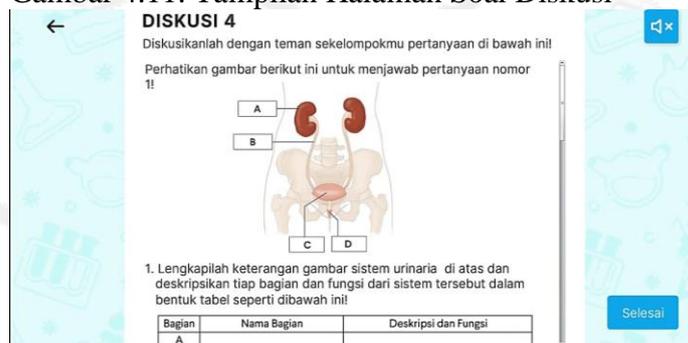
Gambar 4.10. Tampilan Daftar Pustaka



4) Menu Diskusi

Menu diskusi (Gambar 4.11) terdiri dari 5 sub menu yaitu diskusi 1, diskusi 2, diskusi 3, diskusi 4 dan diskusi 5. Setiap sub menu memuat halaman yang berisi soal-soal mengenai sistem ekskresi yang akan dikerjakan oleh peserta didik melalui diskusi kelompok. Hasil diskusi kelompok tersebut dikerjakan pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah disediakan dalam bentuk *hardfile*.

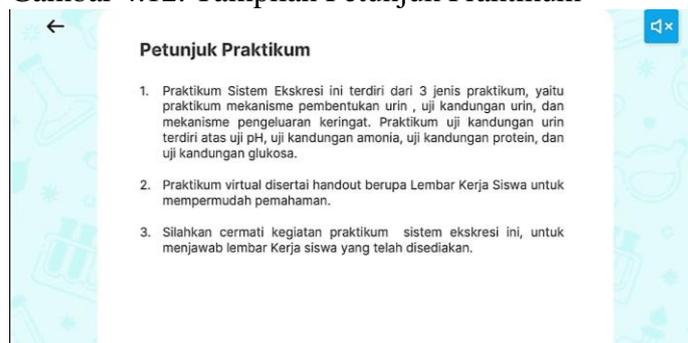
Gambar 4.11. Tampilan Halaman Soal Diskusi



5) Petunjuk Praktikum

Menu petunjuk praktikum (Gambar 4.12) memuat halaman yang berisi penjelasan mengenai petunjuk praktikum yang terdapat dalam laboratorium virtual. Halaman ini bertujuan untuk memberikan peserta didik petunjuk sebelum melaksanakan praktikum dalam laboratorium virtual.

Gambar 4.12. Tampilan Petunjuk Praktikum



6) Menu Praktikum

Menu praktikum (Gambar 4.13) berisi kegiatan praktikum materi sistem ekskresi kelas XI SMA yang terdiri dari 3 sub menu, antara lain: a) Praktikum mekanisme pembentukan urin, b) Praktikum uji kandungan urin (uji amoniak, uji glukosa, uji protein dan uji pH), dan c) Praktikum mekanisme pengeluaran keringat. Setiap kegiatan praktikum memuat halaman awal berisi permasalahan yang relevan, kemudian setelah menekan tombol *Next* akan muncul halaman berisi perumusan masalah, hipotesis dan tombol Mulai Praktikum. Setelah menekan tombol Mulai Praktikum akan muncul halaman yang memuat kegiatan praktikum hingga penarikan kesimpulan.

Gambar 4.13. Tampilan Praktikum

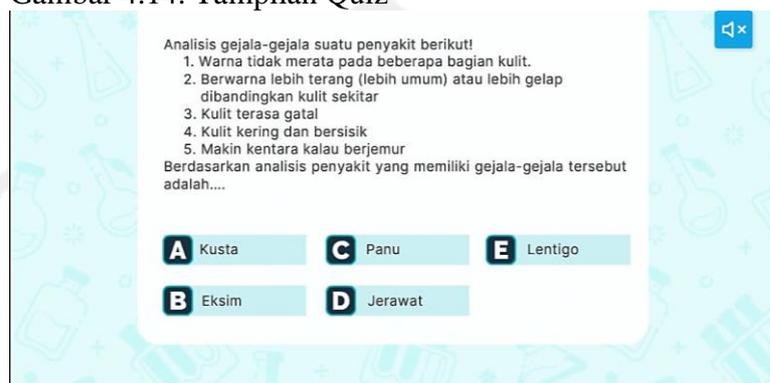


7) Menu Quiz

Menu quiz (Gambar 4.14) memuat halaman utama yang berisi identitas peserta didik, tombol *Help*, dan tombol Mulai. Tombol Help memuat

halaman yang berisi petunjuk dalam mengerjakan *quiz*. Setelah peserta didik mengisi identitas diri, maka peserta didik dapat mulai mengerjakan soal dengan menekan tombol mulai. Soal quiz berjumlah 10 butir soal pilihan ganda yang dikerjakan secara *offline* oleh peserta didik. Hasil quiz dapat langsung dilihat oleh peserta didik.

Gambar 4.14. Tampilan Quiz



3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan dilaksanakan validasi *draft I* oleh para ahli dan selanjutnya dilaksanakan uji coba produk kepada peserta didik.

a. Validasi Ahli

Penilaian produk dilaksanakan oleh beberapa validator yang berkompeten pada bidangnya masing-masing, yakni ahli materi, ahli media, ahli perangkat pembelajaran dan guru biologi sebagai praktisi pendidikan. Validator laboratorium virtual biologi berbasis android pada materi sistem ekskresi terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Daftar Validator

No.	Nama	Jabatan/Instansi	Validator
1.	Dewi Puspita Sari, S.Pd., M.Sc.	Dosen S1 Prodi Pendidikan Biologi UNS	Ahli Materi
2.	Kistantia Elok Mumpuni, S.Pd., M.Pd.	Dosen S1 Prodi Pendidikan Biologi UNS	Ahli Media
3.	Chandra Adi Prabowo, S.Pd.,M.Pd.	Dosen S1 Prodi Pendidikan Biologi UNS	Ahli Perangkat Pembelajaran
4.	Ngadi Mulyanta, S.Pd.	Guru Biologi Kelas XI SMAN 3 Boyolali	Praktisi Pendidikan

1) Validasi oleh Ahli Materi

Validasi materi dilaksanakan oleh validator ahli materi pada tanggal 21 Juni 2021. Ahli materi memberi penilaian dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian dan kebahasaan (Lampiran 1). Hasil validasi oleh ahli materi terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi

No.	Aspek	Butir Instrumen	Skor max.	Skor rata-rata	Persentase (%)
1.	Kelayakan Isi	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	48	44	91,67
2.	Kelayakan Penyajian	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	24	21	87,50
3.	Kelayakan Kebahasaan	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	36	33	91,67
Total		28	112	98	87,5

Berdasarkan Table 4.2, aspek kelayakan isi memperoleh skor rata-rata sebesar 44 dari skor maksimal 48, sehingga memiliki persentase sebesar 91,67%. Aspek kelayakan penyajian memperoleh skor rata-rata 21 dari skor maksimal 24, sehingga memiliki persentase 87,50%. Aspek kelayakan kebahasaan memperoleh skor 33 dari skor maksimal 36, sehingga memiliki persentase 91,67%.

Skor total keseluruhan aspek penilaian oleh validasi materi sebesar 98 dari skor maksimal 112. Sehingga memiliki persentase sebesar 87,5% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$ yaitu dalam kategori tingkat validitas sangat bagus.

Ahli materi juga memberikan masukan dan saran sebagai acuan revisi formatif yaitu memperbaiki penulisan kata yang salah dan mencantumkan sumber gambar.

2) Validasi oleh Ahli Media

Validasi media dilakukan oleh validator ahli media pada tanggal 30 Juni 2021. Ahli materi memberi penilaian dari aspek komunikasi visual, kelayakan kebahasaan dan aspek perangkat lunak. Hasil validasi oleh ahli media terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Media

No.	Aspek	Butir Instrumen	Skor max.	Skor rata-rata	Persentase (%)
1.	Komunikasi Visual	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	28	26	92,85
2.	Kelayakan Kebahasaan	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	36	33	91,66
3.	Perangkat Lunak	1, 2, 3, 4, 5	20	20	100
Total		21	84	79	94,04%

Berdasarkan Table 4.3, aspek komunikasi visual memperoleh skor rata-rata sebesar 26 dari skor maksimal 28, sehingga memiliki persentase sebesar 92,85%. Aspek kelayakan kebahasaan memperoleh skor rata-rata 33 dari skor maksimal 36, sehingga memiliki persentase 91,66%. Aspek perangkat lunak memperoleh skor 20 dari skor maksimal 20, sehingga memiliki persentase 100%.

Skor total keseluruhan aspek penilaian oleh validasi media sebesar 79 dari skor maksimal 84. Sehingga memiliki persentase sebesar 94,04% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$ yaitu dalam kategori tingkat validitas sangat bagus.

Ahli media juga memberikan saran dan masukan saran sebagai acuan revisi formatif yaitu merubah warna, menambahkan keterangan pada gambar dan kegiatan praktikum, memperbaiki pipet yang macet, dan menambahkan kata motivasi bagi peserta didik.

3) Validasi oleh Ahli Perangkat Pembelajaran

Validasi RPP dilakukan oleh validator ahli perangkat pembelajaran pada tanggal 14 Juni 2021. Ahli materi memberi penilaian dari aspek identifikasi mata pelajaran, rumusan indikator dan tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, pemilihan sumber belajar, dan pemilihan hasil belajar. Hasil validasi oleh ahli perangkat pembelajaran terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Validasi Ahli Pembelajaran

No.	Aspek	Butir Instrumen	Skor max.	Skor rata-rata	Persentase (%)
1.	Identifikasi Mata Pelajaran	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	40	39	97,50
2.	Rumusan Indikator dan Tujuan Pembelajaran	11, 12, 13, 14	16	12	75
3.	Materi Pembelajaran	15, 16, 17	12	12	100
4.	Kegiatan Pembelajaran	18, 19	8	7	87,50
5.	Pemilihan Sumber Belajar	20, 21, 22	12	11	91,66
6.	Penilaian Hasil Belajar	23, 24	8	6	75
Total		24	94	87	92,55%

Berdasarkan Table 4.4, aspek identifikasi mata pelajaran memperoleh skor rata-rata sebesar 39 dari skor maksimal 40, sehingga memiliki persentase sebesar 97,50%. Aspek rumusan indikator dan tujuan pembelajaran memperoleh skor rata-rata 12 dari skor maksimal 16, sehingga memiliki persentase sebesar 75%. Aspek Materi pembelajaran memperoleh skor 12 dari skor maksimal 12, sehingga memiliki persentase sebesar 100%. Aspek kegiatan pembelajaran memperoleh skor 7 dari skor maksimal 8, sehingga memiliki persentase sebesar 87,50%. Aspek pemilihan sumber belajar memperoleh skor 11 dari skor maksimal 12, sehingga memiliki persentase sebesar 91,66%. Aspek penilaian hasil belajar memperoleh skor 6 dari skor maksimal 8, sehingga memiliki persentase 75%.

Skor total keseluruhan aspek penilaian oleh validasi ahli pembelajaran sebesar 87 dari skor maksimal 94. Sehingga memiliki persentase sebesar 92,55% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$ yaitu dalam kategori tingkat validitas sangat bagus.

Ahli perangkat pembelajaran juga memberikan saran dan masukan sebagai acuan revisi formatif yaitu menyesuaikan indikator dan tujuan pembelajaran, membuat assement penilaian, dan memperbaiki LKS.

4) Validasi oleh Praktisi Pendidikan (Guru Biologi)

Validasi oleh praktisi pendidikan dilakukan oleh guru biologi kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Boyolali. Guru biologi memberi penilaian dari aspek kualitas materi, kebahasaan, perangkat lunak, kualitas media, dan pembelajaran. Hasil validasi oleh ahli media terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Validasi Praktisi Pendidikan

No.	Aspek	Butir Instrumen	Skor max.	Skor rata-rata	Persentase (%)
1.	Kualitas Materi	1, 2, 3	12	10	83,33
2.	Kebahasaan	4	4	3	75
3.	Perangkat Lunak	5	4	3	75
4.	Kualitas Media	6, 7, 8, 9	16	13	81,25
5.	Pembelajaran	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	28	21	75
Total		16	64	50	78,12

Berdasarkan Table 4.5, aspek kualitas materi memperoleh skor rata-rata sebesar 10 dari skor maksimal 12, sehingga memiliki persentase sebesar 83,33%. Aspek kebahasaan memperoleh skor rata-rata 3 dari skor maksimal 4, sehingga memiliki persentase sebesar 75%. Aspek perangkat lunak memperoleh skor 3 dari skor maskimal 4, sehingga memiliki persentase sebesar 75%. Aspek kualitas media memperoleh skor 13 dari skor maskimal 16, sehingga memiliki persentase sebesar 81,25%. Aspek pembelajaran memperoleh skor 21 dari skor maskimal 28, sehingga memiliki persentase sebesar 75%.

Skor total keseluruhan aspek penilaian oleh praktisi pendidikan sebesar 50 dari skor maksimal 64. Sehingga memiliki peresentase sebesar 78,12% yang terletak pada rentang $72\% \leq N \leq 85\%$ yaitu dalam kategori tingkat validitas bagus. Praktisi pendidikan tidak memberikan saran dan masukan

5) Uji Coba Produk

Uji coba produk dilaksanakan secara terbatas kepada peserta didik kelas XI MIPA sejumlah 36 orang. Data yang diperoleh kemudian

diolah dengan Pemodelan *Rasch* menggunakan *software* Ministep. Hasil penilaian aplikasi oleh peserta didik sebagai berikut:

a. Summary Statistic

Summary statistic menjelaskan secara umum kualitas kualitas responden (*person*) dan intstrumen (*item*) secara keseluruhan maupun interaksi keduanya.

Gambar 4. 15. Tabel *Summary Statistic*

SUMMARY OF 36 MEASURED Person									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT		
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	
MEAN	49.2	14.0	3.68	.65	.99	-.06	.94	-.09	
SEM	.7	.0	.26	.02	.09	.18	.10	.18	
P.SD	4.2	.0	1.56	.14	.51	1.07	.62	1.08	
S.SD	4.3	.0	1.58	.14	.52	1.09	.62	1.10	
MAX.	55.0	14.0	6.39	1.06	3.03	2.80	3.25	2.89	
MIN.	41.0	14.0	.87	.55	.19	-2.33	.16	-2.39	
REAL RMSE	.70	TRUE SD	1.39	SEPARATION	1.98	Person	RELIABILITY	.80	
MODEL RMSE	.66	TRUE SD	1.41	SEPARATION	2.13	Person	RELIABILITY	.82	
S.E. OF Person MEAN = .26									
Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .99									
CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .84 SEM = 1.69									
SUMMARY OF 14 MEASURED Item									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT		
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	
MEAN	126.4	36.0	.00	.39	1.01	.08	.94	-.09	
SEM	1.8	.0	.28	.01	.06	.24	.07	.21	
P.SD	6.6	.0	1.00	.05	.22	.86	.25	.76	
S.SD	6.9	.0	1.04	.05	.22	.89	.26	.79	
MAX.	136.0	36.0	1.44	.48	1.49	1.96	1.53	1.87	
MIN.	116.0	36.0	-1.59	.34	.71	-1.33	.58	-1.40	
REAL RMSE	.42	TRUE SD	.91	SEPARATION	2.20	Item	RELIABILITY	.83	
MODEL RMSE	.40	TRUE SD	.92	SEPARATION	2.33	Item	RELIABILITY	.84	
S.E. OF Item MEAN = .28									
Item RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = -.99									
Global statistics: please see Table 44.									
UMEAN=.0000 USCALE=1.0000									

Informasi yang diperoleh berdasarkan gambar 4.15 antara lain:

- Nilai *logit person measure* sebesar +3,68, karena nilai rata-rata logit yang melebihi 0,0 menunjukkan kecenderungan responden lebih banyak menjawab setuju.
- Nilai *alpha Cronbach* sebesar 0,84, karena nilai > 0.8 maka termasuk dalam kategori bagus sekali yang menunjukkan

reliabilitas hubungan antar responden dan *item* secara keseluruhan.

- c) Nilai *person reliability* sebesar 0,80, termasuk dalam kategori cukup yang menunjukkan tingkat konsistensi dari jawaban responden cukup bagus.
- d) Nilai *item reliability* sebesar 0,83, termasuk dalam kategori bagus yang menunjukkan kualitas setiap butir item dalam angket sudah bagus.

b. *Item Measure*

Item measure menunjukkan rincian nilai logit item secara berurutan dari tertinggi ke terendah yang menunjukkan angket yang paling tidak disetujui hingga angket paling disetujui oleh peserta didik sekaligus untuk mengetahui apakah ada data yang hilang.

Gambar 4.16. Tabel *Item Measure*

Item STATISTICS: MEASURE ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD	PTMEASUR-CORR.	AL-EXP.	EXACT MATCH OBS%	EXP%	Item
4	116	36	1.44	.34	.86	-.54	.87	-.48	.71	.57	63.9	69.5	A4
9	116	36	1.44	.34	.85	-.59	.81	-.72	.64	.57	63.9	69.5	A9
8	118	36	1.20	.35	.88	-.47	.91	-.31	.49	.57	63.9	68.8	A8
11	121	36	.84	.35	1.49	1.96	1.53	1.87	.43	.57	66.7	68.8	A11
1	125	36	.31	.37	.71	-1.33	.63	-1.40	.74	.58	80.6	71.6	A1
12	125	36	.31	.37	.99	.02	.98	.04	.58	.58	75.0	71.6	A12
13	126	36	.17	.38	.94	-.21	.85	-.44	.64	.58	72.2	72.8	A13
2	128	36	-.12	.39	1.18	.81	1.14	.51	.42	.58	72.2	75.2	A2
3	128	36	-.12	.39	.92	-.28	.83	-.44	.67	.58	77.8	75.2	A3
5	128	36	-.12	.39	1.23	.98	1.14	.50	.41	.58	61.1	75.2	A5
10	132	36	-.78	.42	1.10	.45	1.07	.30	.50	.57	77.8	80.1	A10
14	135	36	-1.37	.46	.99	.06	.58	-.65	.66	.55	88.9	82.7	A14
6	136	36	-1.59	.48	.74	-.86	.60	-.49	.64	.53	86.1	83.5	A6
7	136	36	-1.59	.48	1.32	1.08	1.20	.50	.38	.53	75.0	83.5	A7
MEAN	126.4	36.0	.00	.39	1.01	.1	.94	-.1			73.2	74.9	
P.SD	6.6	.0	1.00	.05	.22	.9	.25	.8			8.3	5.3	

Berdasarkan pada gambar 4.16. menunjukkan bahwa item yang paling disetujui oleh responden adalah *item* dengan kode A4 dan A9, sedangkan item yang paling tidak disetujui oleh responden adalah *item* dengan kode A6 dan A7. Hasil dari perhitungan total menunjukkan tidak ada data yang hilang.

c. *Item Fit Order*

Item fit order menunjukkan kesesuaian item dalam mengukur tanggapan responden yang dapat diketahui melalui nilai MNSQ (*Outfit Mean Square*), ZSTD (*Outfit Z-Standard*), dan Pt Mean Corr (*Point Measure Correlation*). Butir item yang paling tidak sesuai atau paling misfits terdapat pada bagian paling atas tabel.

Gambar 4.17. Tabel *Item Fit Order*

Item STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	TOTAL MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PTMEASUR-CORR.	AL-EXP.	EXACT OBS%	MATCH EXP%	Item
11	121	36	.84	.35	1.49	1.96	1.53	1.87	.43	.57	66.7	68.8	A11
7	136	36	-1.59	.48	1.32	1.08	1.20	.50	.38	.53	75.0	83.5	A7
5	128	36	-.12	.39	1.23	.98	1.14	.50	.41	.58	61.1	75.2	A5
2	128	36	-.12	.39	1.18	.81	1.14	.51	.42	.58	72.2	75.2	A2
10	132	36	-.78	.42	1.10	.45	1.07	.30	.50	.57	77.8	80.1	A10
12	125	36	.31	.37	.99	.02	.98	.04	.58	.58	75.0	71.6	A12
14	135	36	-1.37	.46	.99	.06	.58	-.65	.66	.55	88.9	82.7	A14
13	126	36	.17	.38	.94	-.21	.85	-.44	.64	.58	72.2	72.8	A13
3	128	36	-.12	.39	.92	-.28	.83	-.44	.67	.58	77.8	75.2	A3
8	118	36	1.20	.35	.88	-.47	.91	-.31	.49	.57	63.9	68.8	A8
4	116	36	1.44	.34	.86	-.54	.87	-.48	.71	.57	63.9	69.5	A4
9	116	36	1.44	.34	.85	-.59	.81	-.72	.64	.57	63.9	69.5	A9
6	136	36	-1.59	.48	.74	-.86	.60	-.49	.64	.53	86.1	83.5	A6
1	125	36	.31	.37	.71	-1.33	.63	-1.40	.74	.58	80.6	71.6	A1
MEAN	126.4	36.0	.00	.39	1.01	.1	.94	-.1			73.2	74.9	
P.SD	6.6	.0	1.00	.05	.22	.9	.25	.8			8.3	5.3	

Berdasarkan gambar 4.17. menunjukkan MNSQ (*Outfit Mean Square*) dan ZSTD (*Outfit Z-Standard*) dengan nilai logit terbesar pada butir item dengan kode A11 sebesar +1,53 dan +1,87. Pt Mean Corr (*Point Measure Correlation*) memiliki nilai logit tertinggi sebesar +0,74 pada butir item dengan kode A1.

d. *Person Measure*

Person measure menunjukkan urutan responden yang paling setuju dengan pernyataan pada angket hingga responden yang paling tidak setuju dengan pernyataan pada angket. Pada analisis ini juga dapat menunjukkan apabila terdapat responden yang tidak mengisi butir angket.

Gambar 4. 18. Tabel *Person Measure*

Person STATISTICS: MEASURE ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	TOTAL MEASURE	MODEL S.E.		INFIT		OUTFIT		PTMEASUR-AL		EXACT OBS%	MATCH EXP%	Person
				MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.					
13	55	14	6.39	1.06	.93	.19	.47	.00	.33	.21	92.9	92.8	13P	
18	55	14	6.39	1.06	1.02	.30	.66	.20	.23	.21	92.9	92.8	18P	
32	55	14	6.39	1.06	.85	.09	.39	-.11	.40	.21	92.9	92.8	32P	
16	54	14	5.56	.80	.76	-.34	.43	-.48	.54	.29	85.7	85.7	16P	
28	54	14	5.56	.80	.95	.06	.71	-.04	.36	.29	85.7	85.7	28P	
3	53	14	5.01	.69	.59	-1.16	.40	-.94	.71	.34	78.6	78.6	03P	
34	53	14	5.01	.69	1.26	.76	1.49	.86	.05	.34	78.6	78.6	34P	
5	52	14	4.57	.64	1.03	.21	.87	-.09	.37	.38	64.3	73.9	05P	
11	52	14	4.57	.64	1.30	.98	1.12	.39	.14	.38	50.0	73.9	11L	
14	52	14	4.57	.64	1.18	.65	.99	.16	.25	.38	64.3	73.9	14L	
23	52	14	4.57	.64	1.18	.65	.99	.16	.25	.38	64.3	73.9	23L	
26	52	14	4.57	.64	1.21	.72	1.80	1.43	.09	.38	64.3	73.9	26L	
7	51	14	4.19	.60	.63	-1.40	.56	-1.14	.71	.41	92.9	71.1	07P	
15	51	14	4.19	.60	.92	-.20	.79	-.41	.48	.41	64.3	71.1	15P	
19	51	14	4.19	.60	1.23	.85	1.55	1.28	.12	.41	64.3	71.1	19P	
22	51	14	4.19	.60	.80	-.67	.69	-.70	.58	.41	78.6	71.1	22L	
31	51	14	4.19	.60	.56	-1.75	.48	-1.42	.78	.41	92.9	71.1	31P	
36	51	14	4.19	.60	.72	-1.01	.73	-.57	.61	.41	92.9	71.1	36P	
1	50	14	3.84	.58	.84	-.53	.75	-.64	.55	.43	71.4	68.5	01P	
2	50	14	3.84	.58	1.23	.85	1.38	1.07	.16	.43	57.1	68.5	02L	
6	50	14	3.84	.58	.94	-.11	.89	-.21	.45	.43	71.4	68.5	06P	
21	50	14	3.84	.58	1.06	.32	.95	-.01	.36	.43	57.1	68.5	21P	
8	49	14	3.51	.57	1.14	.56	1.10	.41	.27	.44	57.1	67.3	08P	
10	49	14	3.51	.57	.68	-1.14	.62	-1.21	.68	.44	85.7	67.3	10P	
9	48	14	3.18	.57	1.22	.78	1.22	.72	.15	.44	42.9	68.2	09P	
17	48	14	3.18	.57	1.11	.45	1.18	.62	.23	.44	71.4	68.2	17P	
24	46	14	2.52	.58	.84	-.31	.85	-.24	.35	.44	78.6	71.8	24P	
12	45	14	2.19	.58	.46	-1.51	.40	-1.58	.65	.43	85.7	72.9	12L	
27	45	14	2.19	.58	.81	-.35	.77	-.38	.27	.43	71.4	72.9	27P	
29	44	14	1.85	.58	1.19	.54	1.04	.25	.27	.41	71.4	73.5	29P	
35	43	14	1.51	.58	.50	-1.10	.52	-.96	.03	.40	92.9	75.6	35P	
4	42	14	1.18	.57	3.03	2.80	3.25	2.89	.58	.40	35.7	76.2	04L	
20	42	14	1.18	.57	.76	-.34	.69	-.49	.70	.40	71.4	76.2	20P	
33	42	14	1.18	.57	.19	-2.33	.16	-2.39	.00	.40	100.0	76.2	33P	
25	41	14	.87	.55	2.44	2.23	2.65	2.35	.64	.40	21.4	75.5	25P	
30	41	14	.87	.55	.26	-1.97	.20	-2.17	.40	.40	92.9	75.5	30P	
MEAN	49.2	14.0	3.68	.65	.99	-.1	.94	-.1			73.2	74.9		
P.SD	4.2	.0	1.56	.14	.51	1.1	.62	1.1			17.8	6.9		

Berdasarkan gambar 4.18 menunjukkan peserta didik dengan kode 13P, 18P dan 32P memberikan jawaban paling setuju terhadap media laboratorium virtual biologi, sedangkan peserta didik yang paling tidak setuju dengan media laboratorium virtual adalah peserta didik dengan kode 25P dan 30P. Hasil perhitungan total juga menunjukkan bahwa semua responden mengisi setiap butir angket yang diberikan.

e. *Person Fit Order*

Person fit order menunjukkan responden yang paling tidak sesuai dengan pemodelan *Rasch* atau tidak fit (*misfit*) berdasarkan pola jawabannya. Data analisis *Person Fit Order* dapat dilihat pada gambar 4.19.

Gambar 4.19. Tabel *Person Fit Order*

Person STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S. E.		INFIT		OUTFIT		PTMEASUR-AL		EXACT	MATCH	Person
				MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.	OBS%	EXP%			
4	42	14	1.18	.57	3.03	2.80	3.25	2.89	A	.58	.40	35.7	76.2	04L
25	41	14	.87	.55	2.44	2.23	2.65	2.35	B	.64	.40	21.4	75.5	25P
26	52	14	4.57	.64	1.21	.72	1.80	1.43	C	.09	.38	64.3	73.9	26L
19	51	14	4.19	.60	1.23	.85	1.55	1.28	D	.12	.41	64.3	71.1	19P
34	53	14	5.01	.69	1.26	.76	1.49	.86	E	.05	.34	78.6	78.6	34P
2	50	14	3.84	.58	1.23	.85	1.38	1.07	F	.16	.43	57.1	68.5	02L
11	52	14	4.57	.64	1.30	.98	1.12	.39	G	.14	.38	50.0	73.9	11L
9	48	14	3.18	.57	1.22	.78	1.22	.72	H	.15	.44	42.9	68.2	09P
29	44	14	1.85	.58	1.19	.54	1.04	.25	I	.27	.41	71.4	73.5	29P
14	52	14	4.57	.64	1.18	.65	.99	.16	J	.25	.38	64.3	73.9	14L
17	48	14	3.18	.57	1.11	.45	1.18	.62	K	.23	.44	71.4	68.2	17P
23	52	14	4.57	.64	1.18	.65	.99	.16	L	.25	.38	64.3	73.9	23L
8	49	14	3.51	.57	1.14	.56	1.10	.41	M	.27	.44	57.1	67.3	08P
21	50	14	3.84	.58	1.06	.32	.95	-.01	N	.36	.43	57.1	68.5	21P
5	52	14	4.57	.64	1.03	.21	.87	-.09	O	.37	.38	64.3	73.9	05P
18	55	14	6.39	1.06	1.02	.30	.66	.20	P	.23	.21	92.9	92.8	18P
28	54	14	5.56	.80	.95	.06	.71	-.04	Q	.36	.29	85.7	85.7	28P
6	50	14	3.84	.58	.94	-.11	.89	-.21	R	.45	.43	71.4	68.5	06P
13	55	14	6.39	1.06	.93	.19	.47	.00	R	.33	.21	92.9	92.8	13P
15	51	14	4.19	.60	.92	-.20	.79	-.41	q	.48	.41	64.3	71.1	15P
24	46	14	2.52	.58	.84	-.31	.85	-.24	p	.35	.44	78.6	71.8	24P
32	55	14	6.39	1.06	.85	.09	.39	-.11	o	.40	.21	92.9	92.8	32P
1	50	14	3.84	.58	.84	-.53	.75	-.64	n	.55	.43	71.4	68.5	01P
27	45	14	2.19	.58	.81	-.35	.77	-.38	m	.27	.43	71.4	72.9	27P
22	51	14	4.19	.60	.80	-.67	.69	-.70	l	.58	.41	78.6	71.1	22L
16	54	14	5.56	.80	.76	-.34	.43	-.48	k	.54	.29	85.7	85.7	16P
20	42	14	1.18	.57	.76	-.34	.69	-.49	j	.70	.40	71.4	76.2	20P
36	51	14	4.19	.60	.72	-1.01	.73	-.57	i	.61	.41	92.9	71.1	36P
10	49	14	3.51	.57	.68	-1.14	.62	-1.21	h	.68	.44	85.7	67.3	10P
7	51	14	4.19	.60	.63	-1.40	.56	-1.14	g	.71	.41	92.9	71.1	07P
3	53	14	5.01	.69	.59	-1.16	.40	-.94	f	.71	.34	78.6	78.6	03P
31	51	14	4.19	.60	.56	-1.75	.48	-1.42	e	.78	.41	92.9	71.1	31P
35	43	14	1.51	.58	.50	-1.10	.52	-.96	d	.83	.40	92.9	75.6	35P
12	45	14	2.19	.58	.46	-1.51	.40	-1.58	c	.65	.43	85.7	72.9	12L
30	41	14	.87	.55	.26	-1.97	.20	-2.17	b	.40	.40	92.9	75.5	30P
33	42	14	1.18	.57	.19	-2.33	.16	-2.39	a	.00	.40	100.0	76.2	33P
MEAN	49.2	14.0	3.68	.65	.99	-.1	.94	-.1				73.2	74.9	
P. SD	4.2	.0	1.56	.14	.51	1.1	.62	1.1				17.8	6.9	

f. *Scalogram*

Scalogram menunjukkan urutan butir pernyataan dari kiri ke kanan sebagai urutan pernyataan yang paling disepakati oleh responden hingga pernyataan yang paling tidak disepakati oleh responden. *Saclogram* juga menunjukkan urutan responden yang paling setuju dengan aplikasi laboratorium virtual. Hasil analisis *scalogram* menunjukkan pernyataan nomor 6 terletak paling kiri dan pernyataan nomor 9 terletak paling kanan. Hasil lainnya yaitu peringkat paling atas adalah responden dengan kode 13P dan peringkat paling bawah adalah responden dengan kode 30L.

Gambar 4.20. Tabel *Scalogram*

GUTTMAN SCALOGRAM OF RESPONSES:

Person	Item	
	11 1 11	
	67402353121849	
13	+444444444444344	13P
18	+444444444443444	18P
32	+44444444444434	32P
16	+444444444444343	16P
28	+444444444434443	28P
3	+44444444444333	03P
34	+44433444444344	34P
5	+44444433443434	05P
11	+44443434433444	11L
14	+44444433344344	14L
23	+44444343434344	23L
26	+43444344443443	26L
7	+44443444443333	07P
15	+44444433344433	15P
19	+34444334444343	19P
22	+44443444343433	22L
31	+44444444333333	31P
36	+4443444443333	36P
1	+44444343433334	01P
2	+43443344344334	02L
6	+44434434343433	06P
21	+44443433433443	21P
8	+44433434333434	08P
10	+44444433334333	10P
9	+43333444443333	09P
17	+43443343334343	17P
24	+34433433334333	24P
12	+3444333333333	12L
27	+43333344333333	27P
29	+44234333333333	29P
35	+33333343333333	35P
4	+44334243341322	04L
20	+3434333333322	20P
33	+33333333333333	33P
25	+34444332224222	25P
30	+3333333333323	30P
	11 1 11	
	67402353121849	

B. Pembahasan

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

a. Analisis Awal (*Front-end Analysis*)

Berdasarkan observasi pembelajaran biologi kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Boyolali menunjukkan proses pembelajaran sudah berlangsung dengan baik. Peserta didik aktif dalam kegiatan pembelajaran baik saat menjawab pertanyaan yang diberikan pertanyaan oleh guru maupun aktif dalam bertanya mengenai konsep yang belum dimengerti. Guru memanfaatkan berbagai media belajar, namun media tersebut belum cukup interaktif karena hanya berupa buku pegangan, *powerpoint*, dan video dari youtube sehingga bersifat monoton dan kurang menarik. Selain itu,

berdasarkan hasil angket peserta didik merasa bahwa pembelajaran dengan multimedia lebih mudah dipahami daripada dengan bahan ajar teks.

Proses pembelajaran biologi lebih banyak dilaksanakan di dalam kelas dan jarang dilakukan kegiatan praktikum. Laboratorium yang tersedia sudah bagus, namun penataannya kurang rapi dan terdapat beberapa alat yang rusak serta bahan yang sudah kadaluarsa, sehingga laboratorium kurang mampu dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu, berdasarkan hasil angket peserta didik merasa bahwa pembelajaran melalui kegiatan praktikum lebih mudah dipahami daripada pembelajaran di dalam kelas.

Guru telah menguasai penggunaan teknologi sebagai media pembelajaran. Hal tersebut dapat menjadi poin lebih dalam melangsungkan pembelajaran dengan menggunakan media berbasis IT, namun guru belum pernah membuat bahan berupa multimedia dalam pembelajaran biologi. Berdasarkan hasil observasi tersebut, peneliti mengembangkan media pembelajaran untuk memudahkan peserta didik dan guru dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran.

b. Analisis Peserta Didik (*Learner Analysis*)

Kegiatan analisis peserta didik dilaksanakan untuk mengetahui tingkat pengetahuan, keterampilan, dan karakteristik peserta didik yang telah dimiliki peserta didik guna mencapai tujuan akhir sesuai dengan Kurikulum 2013. Peserta didik kelas XI SMA berusia sekitar 17 tahun. Menurut Piaget, tahap berfikir anak pada usia tersebut berada pada tahap operasional formal. Hal tersebut dijadikan sebagai dasar dalam penyusunan materi pembelajaran. Materi pembelajaran disusun mulai dari hal konkret menuju ke hal yang lebih abstrak, sehingga diharapkan dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi (Muchayat, 2011).

Peserta didik telah memiliki kemampuan untuk mengkoordinasikan dua ragam kemampuan kognitif, yaitu kapasitas menggunakan hipotesis dan kapasitas menggunakan prinsip-prinsip abstrak, sehingga peserta didik memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah menggunakan anggapan dasar yang relevan dengan lingkungannya (Witasari, 2018). Kemampuan

berfikir operasional formal yang dimiliki peserta didik dapat dijadikan landasan mengembangkan media pembelajaran yang memuat aspek-aspek mikroskopis dan fisiologis materi biologi yang tidak bisa diamati secara kasat mata.

Karakter peserta didik juga dapat diketahui dari hasil angket yang telah diberikan kepada peserta didik. Hasil angket tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 98% peserta didik sering memanfaatkan handphone dalam proses pembelajaran. Sebanyak 94% peserta didik merasa bahwa proses pembelajaran dengan media lebih mudah dipahami. Sebanyak 83% peserta didik merasa bahwa proses pembelajaran melalui kegiatan praktikum lebih mudah dipahami. Sebanyak 89% peserta didik merasa proses pembelajaran melalui media gambar dan video lebih mudah dipahami.

c. Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Berdasarkan hasil analisis konsep penguasaan pada materi sistem ekskresi termasuk dalam kategori rendah. Menurut Yeni (2015) materi sistem ekskresi bersifat abstrak, karena tidak dapat diamati secara langsung dan memiliki banyak istilah asing. Materi sistem ekskresi cenderung kurang disukai dan membosankan, karena peserta didik dituntut untuk mengingat istilah dan nama organ dalam bahasa latin, sukar membedakan proses pengeluaran pada manusia, serta sulit memahami proses pembentukan urin (Simorangkir & Napitupulu, 2020).

Berdasarkan Gambar 4.1. dapat diketahui bahwa penguasaan peserta didik terhadap materi sistem ekskresi pada Ujian Nasional dari tahun 2015-2019 terus mengalami penurunan hingga pada puncaknya di tahun 2019 mencapai angka 29,85%. Menurut Pusat Penilaian Pendidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, persentase tersebut tergolong rendah karena <55%, sehingga perlu ditingkatkan.

d. Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Analisis tugas disusun berdasarkan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) pada materi sistem ekskresi kelas XI SMA. Penyusunan KD dan IPK tersebut

kemudian digunakan untuk menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai pendamping media laboratorium virtual agar memperkuat kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik.

e. Analisis Tujuan Pembelajaran (*Specifying Instructional Objectives*)

Tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dari pengembangan laboratorium virtual mengacu pada indikator pencapaian kompetensi pada materi sistem ekskresi.

Tujuan penelitian dan pengembangan berdasarkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai tersebut untuk mengetahui prosedur pengembangan media pembelajaran laboratorium virtual biologi berbasis android pada materi sistem ekskresi dan mengetahui kualitas media pembelajaran laboratorium virtual biologi berbasis android pada materi sistem ekskresi.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

a. Pemilihan Media (*Media Selection*)

Media pembelajaran yang tepat untuk dikembangkan berdasarkan hasil analisis pada tahap pendefinisian (*define*) adalah media pembelajaran multimedia berupa laboratorium virtual biologi berbasis android.

Laboratorium virtual adalah laboratorium berbentuk perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasikan kegiatan percobaan sehingga membuat pengguna merasa seperti sedang melakukan percobaan di laboratorium sesungguhnya (Jamilah, 2013; Swandi & Nurul, 2014; Yeni, 2015). Laboratorium virtual bertujuan untuk menyajikan percobaan pada materi pembelajaran yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami sehingga materi yang diajarkan lebih mudah dipahami serta meningkatkan gairah dan motivasi belajar peserta didik (Iskandar, 2018; Muhamad et al., 2012; Yuniarti et al., 2012). Bentuk virtual lab yang seperti sebuah permainan bertujuan agar peserta didik tidak sadar bahwa sebenarnya sedang belajar (Adita & Julanto, 2016).

b. Pemilihan Format (*Format Selection*)

Hasil pengembangan media laboratorium virtual dikemas dalam bentuk master aplikasi dengan ekstensi file *.APK (*Application Package File*) yang yang dapat digunakan untuk menginstal aplikasi pada *smartphone* android.

c. Desain Awal (*Initial Design*)

Desain awal dibuat berdasarkan storyboard yang telah dibuat sehingga menghasilkan *draft* I. Pada laboratorium virtual terdapat 6 menu utama, antara lain:

1) Pengenalan

Pengenalan berisi fakta unik mengenai sistem ekskresi.

2) Materi

Materi dirancang secara umum sesuai dengan peta konsep pada materi sistem ekskresi. Pada materi terdapat sub materi yang berisi kompetensi dasar, pengertian dan organ ekskresi, gangguan sistem ekskresi, teknologi kesehatan sistem ekskresi, video materi sistem ekskresi dan daftar pustaka.

3) Diskusi

Diskusi berisi beberapa soal yang akan dikerjakan peserta didik secara berkelompok.

4) Petunjuk Praktikum

Petunjuk praktikum memberikan petunjuk sebelum melaksanakan praktikum menggunakan laboratorium virtual.

5) Praktikum

Pada menu praktikum terdapat 3 praktikum, yakni 1) Praktikum mekanisme pembentukan urin, 2) Praktikum uji kandungan urin (uji amoniak, uji glukosa, uji protein dan uji pH), dan 3) Praktikum mekanisme pengeluaran keringat.

6) *Quiz*

Menu quiz berisi kumpulan soal kuis dengan jumlah 10 butir soal pilihan ganda yang dijawab secara *offline* oleh peserta didik.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

a. Validasi Ahli

1) Validasi oleh Ahli Materi

Validasi materi dilaksanakan oleh ahli materi yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan media yang ditinjau dari isi materi yang tersaji dalam laboratorium virtual. Hasil dari validasi materi akan digunakan untuk memperbaiki materi yang tersaji dalam media laboratorium untuk meminimalisir adanya kesalahan konsep.

Validasi materi dilaksanakan dengan menggunakan instrumen validasi materi yang dikembangkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (2014). Instrumen validasi materi terdiri dari 3 aspek yang terdiri dari 28 butir pernyataan dengan 4 pilihan skor, antara lain Sangat Baik (SB), Baik (B), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Penggunaan skala empat dikarenakan skala empat mempunyai variabilitas respon lebih baik dibandingkan skala tiga, sehingga mampu mengungkap lebih maksimal (Adwaiyah & Kartika, 2020). Selain itu juga tidak ada peluang bagi responden untuk bersifat netral (kecenderungan memilih alternatif tengah).

Berdasarkan Table 4.2, hasil validasi materi pada aspek kelayakan isi memperoleh persentase sebesar 91,67% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek kelayakan penyajian memperoleh persentase 87,50% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek kelayakan kebahasaan memperoleh persentase 91,67% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Persentase keseluruhan aspek sebesar 87,5% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus (Athiyah, 2018).

Ahli materi memberikan masukan dan saran untuk dilakukan perbaikan pada isi materi laboratorium virtual. Masukan dan saran

tersebut digunakan oleh peneliti untuk memperbaiki laboratorium virtual.

2) Validasi oleh Ahli Media

Validasi media dilaksanakan oleh ahli media dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan media laboratorium virtual. Hasil dari validasi media akan digunakan untuk memperbaiki tampilan dan pemrograman pada laboratorium virtual.

Validasi media dilaksanakan dengan menggunakan instrumen validasi media yang dikembangkan oleh BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan, 2014) dan Romi Satrio Wahono (Wahono, 2006 dalam Syahri et al., 2014 dan Prabowo et al., 2016). Instrumen validasi media terdiri dari 3 aspek yang terdiri dari 21 butir pernyataan dengan 4 pilihan skor, antara lain Sangat Baik (SB), Baik (B), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK).

Berdasarkan Table 4.3, hasil validasi media pada aspek komunikasi visual memperoleh persentase sebesar 92,85% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek kelayakan kebahasaan memperoleh persentase 91,66% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek perangkat lunak memperoleh persentase 100% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Persentase keseluruhan aspek sebesar 91,67% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus (Athiyah, 2018).

Ahli materi memberikan saran dan masukan untuk memperbaiki tampilan dan pemrograman pada media laboratorium virtual. Masukan dan saran tersebut telah digunakan oleh peneliti untuk memperbaiki laboratorium virtual.

3) Validasi oleh Ahli Perangkat Pembelajaran

Validasi materi dilaksanakan dengan menggunakan instrumen validasi yang dikembangkan oleh Wijayanti (2017). Instrumen validasi materi terdiri dari 6 aspek yang terdiri dari 24 butir pernyataan dengan 4 pilihan skor, antara lain Sangat Baik (SB), Baik (B), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK).

Berdasarkan Table 4.4, hasil validasi oleh ahli pembelajaran pada aspek identifikasi mata pelajaran memperoleh persentase sebesar 97,50% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek rumusan indikator dan tujuan pembelajaran memperoleh sebesar 75% yang terletak pada rentang $72\% \leq N \leq 85\%$, sehingga memiliki tingkat validitas bagus. Aspek materi pembelajaran memperoleh persentase sebesar 100% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek kegiatan pembelajaran memperoleh persentase sebesar 87,50% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek pemilihan sumber belajar memperoleh persentase sebesar 91,66% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek penilaian hasil belajar persentase 75% yang terletak pada rentang $72\% \leq N \leq 85\%$, sehingga memiliki tingkat validitas bagus. Persentase keseluruhan aspek sebesar 92,55% yang terletak pada rentang $86\% \leq N \leq 100\%$, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus (Athiyah, 2018).

Ahli pembelajaran memberikan saran dan masukan untuk memperbaiki RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran). Saran dan masukan tersebut digunakan oleh peneliti untuk memperbaiki RPP.

4) Validasi oleh Praktisi Pendidikan (Guru Biologi)

Validasi yang dilakukan oleh praktisi pendidikan bertujuan untuk mengetahui saran dan masukan terhadap media laboratorium yang dikembangkan. Validasi dilaksanakan dengan menggunakan instrumen

validasi media yang dikembangkan oleh Sambodo (2014) dan Astriawati (2019). Instrumen validasi media terdiri dari 5 aspek yang terdiri dari 16 butir pernyataan dengan 4 pilihan skor, antara lain Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Kurang Setuju (KS), dan Sangat Tidak Setuju (STS).

Berdasarkan Table 4.5, hasil penilaian oleh ahli praktisi pendidikan pada aspek kualitas materi memperoleh persentase sebesar 83,33% yang terletak pada rentang 81%-100%, sehingga memiliki tingkat validitas sangat bagus. Aspek kebahasaan memperoleh persentase sebesar 75% yang terletak pada rentang $72\% \leq N \leq 85\%$, sehingga memiliki tingkat validitas bagus. Aspek perangkat lunak memperoleh persentase sebesar 75% yang terletak pada rentang $72\% \leq N \leq 85\%$, sehingga memiliki tingkat validitas bagus. Aspek kualitas media memperoleh persentase sebesar 81,25% yang terletak pada rentang $72\% \leq N \leq 85\%$, sehingga memiliki tingkat validitas bagus. Aspek pembelajaran memperoleh persentase sebesar 75% yang terletak pada rentang $72\% \leq N \leq 85\%$, sehingga memiliki tingkat validitas bagus. Persentase keseluruhan aspek sebesar 78,12% yang terletak pada rentang $72\% \leq N \leq 85\%$, sehingga memiliki tingkat validitas bagus (Athiyah, 2018).

b. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilaksanakan kepada 36 peserta didik kelas XI SMA Negeri 3 Boyolali. Setelah melaksanakan uji coba, peserta didik diberi kesempatan untuk mengisi angket respon peserta didik terhadap laboratorium virtual. Pengisian angket tanggapan tersebut berguna untuk mengetahui pendapat dan kepuasan peserta didik terhadap media yang dikembangkan. Hasil dari angket tanggapan peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik puas dengan aplikasi laboratorium virtual. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil analisis dengan pemodelan *Rasch* menunjukkan hasil sebagai berikut:

1) *Summary statistic*

Summary statistic menjelaskan secara umum kualitas kualitas responden (*person*) dan instrumen (*item*) secara keseluruhan maupun interaksi keduanya (Sumintono & Widhiarso, 2014). Informasi yang diperoleh dari analisis *summary statistic*, diantaranya:

- a) Nilai *logit person measure* sebesar +3,68, hasil ini memiliki nilai rata-rata yang melebihi nilai 0,0, sehingga menunjukkan bahwa lebih banyak jawaban setuju pada lembar angket yang telah diberikan (Sumintono & Widhiarso, 2014). Berdasarkan hal ini dapat diketahui bahwa peserta didik lebih banyak menjawab setuju atau sangat setuju terhadap setiap butir penilaian laboratorium virtual, sehingga dapat disimpulkan bahwa tanggapan peserta didik terhadap aplikasi laboratorium virtual baik atau puas dalam menggunakan aplikasi laboratorium virtual.
- b) Nilai *alpha cronbach* sebesar 0,84, berdasarkan Tabel 3.5. nilai *alpha cronbach* yang > 0.8 termasuk dalam kategori bagus sekali. Hal ini menunjukkan interaksi antara peserta didik dengan butir angket sangat baik (Sumintono & Widhiarso, 2014).
- c) Nilai *person reliability* sebesar 0,80, berdasarkan Tabel 3.6. nilai *person reability* terletak dalam rentang 0,67–0,80 yang termasuk dalam kategori cukup. Hal ini menunjukkan tingkat konsistensi jawaban peserta didik cukup bagus (Sumintono & Widhiarso, 2014).
- d) Nilai *item reliability* sebesar 0,83, berdasarkan Tabel 3.6. nilai *item reability* terletak dalam rentang 0,81–0,90 yang termasuk dalam kategori bagus Hal ini menunjukkan kualitas setiap butir item dalam angket sudah bagus (Sumintono & Widhiarso, 2014).

2) *Item Measure*

Item measure menunjukkan urutan item dalam angket yang paling disetujui hingga item yang paling tidak disetujui oleh peserta didik berdasarkan nilai logit item (Aziz, 2015). Item yang paling disetujui oleh peserta didik adalah item dengan kode A4 dan A9 dengan

nilai logit +1,44. Sedangkan, item yang paling disetujui oleh peserta didik adalah item dengan kode A6 dan A7 dengan nilai logit -1,59.

Item dengan kode A6 berisi pendapat peserta didik tentang tampilan menarik laboratorium virtual yang membuat pembelajaran tidak membosankan. Penggunaan laboratorium virtual mampu menunjang kegiatan praktikum di laboratorium yang bersifat interaktif, animatif, dinamis, dan dalam bentuk virtual, sehingga tidak membosankan dan dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi (Jaya, 2012).

Item dengan kode A7 berisi pendapat peserta didik tentang penggunaan laboratorium virtual menghadirkan sistem pembelajaran baru yang lebih menarik. Pembelajaran dengan laboratorium virtual memberikan variasi baru dalam proses pembelajaran, karena laboratorium virtual dapat memperlihatkan secara visual cara kerja praktikum dan pengambilan data praktikum secara cepat (Safitri, 2011).

3) *Item Fit Order*

Analisis *item fit order* digunakan untuk mengetahui tingkat kesesuaian item. Kesesuaian *item* tersebut menunjukkan apakah item dapat dengan baik mengukur hal yang diharapkan peneliti atau tidak. Hasil analisis pada *item fit order* digolongkan menjadi fit dan tidak fit. Tanggapan peserta didik yang sesuai dengan kriteria disebut fit atau sesuai dengan pemodelan *Rasch*, sedangkan tanggapan peserta didik yang tidak sesuai dengan kriteria disebut tidak fit atau tidak sesuai dengan pemodelan *Rasch* (Sumintono & Widhiarso, 2015).

Kriteria penggolongan hasil analisis *item fit order*, ditentukan oleh : 1) Nilai MNSQ (*Outfit Mean Square*) yang diterima : $0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$; 2) Nilai ZSTD (*Outfit Z-Standard*) yang diterima : $-2,0 < \text{ZSTD} < +2,0$; dan 3) Nilai Pt Mean Corr (*Point Measure Correlation*) yang diterima : $0,4 < \text{Pt Measure Corr} < 0,85$. (Sumintono & Widhiarso, 2015).

Berdasarkan hasil analisis tabel *item fit order* yang dilakukan oleh peneliti. Hasil analisis menunjukkan bahwa keseluruhan

14 butir pernyataan dinyatakan fit, sehingga dapat diartikan bahwa keseluruhan butir pernyataan telah sesuai dan dapat dengan baik mengukur hal yang diharapkan.

4) *Person Measure*

Person measure menunjukkan urutan responden yang paling setuju dengan pernyataan pada angket hingga responden yang paling tidak setuju dengan pernyataan pada angket berdasarkan nilai *logit person* (Aziz, 2015). Nilai *logit person* terbesar berada pada urutan paling atas menunjukkan peserta didik yang paling setuju dengan pernyataan pada angket, sedangkan nilai *logit person* terendah berada pada urutan paling bawah menunjukkan peserta didik yang paling tidak setuju dengan pernyataan pada angket (Sumintono & Widhiarso, 2015).

Hasil analisis *person measure* menunjukkan peserta didik dengan kode 13P, 18P dan 32P berada diurutan teratas dengan nilai *logit* tertinggi yakni +6,39. Sedangkan, peserta didik yang berada diurutan terbawah dengan nilai *logit* terendah sebesar +0,87 adalah peserta didik dengan kode 25P dan 30P. Berdasarkan urutan *logit person* tersebut dapat disimpulkan bahwa peserta didik dengan kode 13P, 18P, dan 32P merupakan peserta didik yang paling setuju dengan pernyataan dalam anget. Sedangkan, peserta didik dengan kode 25P daan 30P merupakan peserta didik yang paling tidak setuju dengan pernyataan dalam angket. Hasil perhitungan total menunjukkan semua peserta didik menjawab setiap butir angket yang diberikan. (Sumintono & Widhiarso, 2014)

5) *Person Fit Order*

Person fit order berisi pola jawaban peserta didik dalam mengisi setiap butir angket yang diberikan. Pola jawaban tersebut digunakan sebagai kriteria dalam pengategorian pola tanggapan yang *fit* atau *misfit*. Tanggapan peserta didik yang memenuhi kriteria kriteria disebut *fit* atau sesuai dengan pemodelan *Rasch*, sedangkan tanggapan peserta didik yang tidak memenuhi kriteria disebut *misfit* atau tidak sesuai dengan pemodelan *Rasch* (Sumintono & Widhiarso, 2015).

Kriteria penggolongan hasil analisis *person fit order*, ditentukan oleh: 1) Nilai MNSQ (*Outfit Mean Square*) yang diterima : $0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$; 2) Nilai ZSTD (*Outfit Z-Standard*) yang diterima : $-2,0 < \text{ZSTD} < +2,0$; dan 3) Nilai Pt Mean Corr (*Point Measure Correlation*) yang diterima : $0,4 < \text{Pt Measure Corr} < 0,85$. (Sumintono & Widhiarso, 2015).

Hasil analisis *person fit order* menunjukkan bahwa keseluruhan responden memiliki nilai OUTFIT MNSQ, OUTFIT ZSTD, dan Pt Mean Corr yang sesuai dengan kriteria. Hal ini menunjukkan bahwa keseluruhan responden telah sesuai dengan pemodelan Rasch atau biasa disebut fit.

6) *Scalogram*

Scalogram menunjukkan urutan dari kiri ke kanan mengenai pernyataan yang paling disetujui oleh peserta didik hingga pernyataan yang paling tidak disetujui oleh peserta didik. Urutan yang terletak paling kiri merupakan pernyataan yang paling disetujui oleh peserta didik, sedangkan urutan paling kanan merupakan pernyataan yang paling tidak disetujui peserta didik (Sumintono & Widhiarso, 2015). Berdasarkan tabel *scalogram*, pernyataan nomor 6 merupakan pernyataan yang paling disetujui oleh peserta didik dan pernyataan nomor 9 merupakan pernyataan yang paling tidak disetujui oleh peserta didik. Berikut merupakan urutan pernyataan yang paling disetujui peserta didik hingga pernyataan yang paling tidak disetujui peserta didik yakni pernyataan nomor 6, nomor 7, nomor 14, nomor 10, nomor 2, nomor 3, nomor 5, nomor 13, nomor 1, nomor 12, nomor 11, nomor 8, nomor 4, dan nomor 9.

Scalogram memberikan informasi lebih detail dari hasil analisis *person measure*. *Scalogram* berisi mengenai urutan peserta didik berdasarkan tingkat kepuasan terhadap pernyataan dalam angket. peserta didik dengan urutan teratas merupakan peserta didik yang paling setuju dengan pernyataan angket dan peserta didik di urutan terbawah merupakan peserta didik yang paling tidak setuju dengan pernyataan

dalam angket (Sumintono & Widhiarso, 2015). Berdasarkan tabel *scalogram* dapat diketahui bahwa urutan tertinggi untuk kepuasan laboratorium virtual diberikan oleh peserta didik dengan kode 13P, 18P, dan 32P dengan nilai logit sebesar +6,39 (hasil analisis *person measure*). Sedangkan, urutan terendah untuk kepuasan laboratorium virtual diberikan oleh peserta didik kode 25P dan 30P dengan nilai *logit* sebesar +87 (hasil analisis *person measure*).

Hasil keseluruhan aplikasi laboratorium virtual biologi berbasis android pada materi sistem ekskresi telah memenuhi kriteria sebagai media pembelajaran yang baik. Kriteria ini didasarkan oleh hasil penilaian para ahli yaitu ahli materi dengan perolehan nilai $N = 87,5\%$ ($86\% \leq N \leq 100\%$) yang berarti memiliki kualitas sangat baik, ahli media dengan perolehan nilai $N = 91,67\%$ ($86\% \leq N \leq 100\%$) yang berarti memiliki kualitas sangat baik, ahli perangkat pembelajaran dengan perolehan nilai $N = 92,55\%$ ($86\% \leq N \leq 100\%$) yang berarti memiliki kualitas sangat baik, dan praktisi pendidikan dengan perolehan nilai $N = 78,12\%$ ($72\% \leq N \leq 85\%$) yang berarti memiliki kualitas baik. Serta hasil yang diperoleh berdasarkan uraian uraian hasil analisis tanggapan peserta didik dengan pemodelan *Rasch* diperoleh hasil bahwa media laboratorium virtual baik digunakan sebagai media pembelajaran.

Pemanfaatan aplikasi laboratorium virtual dalam kegiatan pembelajaran diharapkan dapat meperlancar proses interaksi antara guru dengan siswa, dalam hal ini membantu siswa belajar secara optimal. Hartini (2017), menyatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan multimedia lebih efektif daripada pembelajaran konvensional. Menurut (Hikmah & Saridewi, 2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemanfaatan laboratorium virtual membuat kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik, ketertarikan peserta didik dalam kegiatan belajar tersebut mampu menambah semangat peserta didik dalam belajar dan menjadikan peserta didik lebih aktif, sehingga dapat membantu memahami konsep yang

diajarkan. Laboratorium virtual merupakan media pembelajaran yang tepat dalam melaksanakan pembelajaran yang bersifat abstrak sehingga membantu siswa dalam memahami konsep dan meningkatkan hasil belajarnya (Muzana & Hasanah, 2018).

c. Karakteristik Aplikasi Laboratorium Virtual

Aplikasi laboratorium virtual biologi berbasis android pada materi sistem ekskresi ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1. Aplikasi laboratorium virtual dijalankan menggunakan *smartphone* sehingga peserta didik dapat belajar dan melaksanakan kegiatan praktikum tanpa terbatas tempat dan waktu.
2. Materi dilengkapi dengan teks, gambar, dan video animasi sehingga membantu peserta didik dalam mempermudah memahami materi.
3. Aplikasi laboratorium biologi dapat dijalankan secara *offline* untuk beberapa fitur sehingga peserta didik tidak tergantung dengan ketersediaan jaringan internet saat mengakses materi.
4. Peserta didik lebih tertarik belajar karena laboratorium virtual adalah media pembelajaran baru dengan tampilan yang menarik.

Pengembangan media laboratorium virtual biologi berbasis android pada materi sistem ekskresi juga memiliki beberapa keterbatasan, antara lain:

1. Materi pada aplikasi tidak bisa diperbarui secara *online*.
2. Media laboratorium virtual memerlukan akses internet untuk membuka video animasi karena terhubung ke *youtube*.
3. Pengembangan aplikasi laboratorium virtual belum dilakukan tahap penyebaran dan uji efektifitas.