

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Produk media Laboratorium Kimia Realitas Virtual dikembangkan menggunakan adaptasi model pengembangan *Four-D (4D) Model* yang dikembangkan oleh Thiagarajan *et al.* (1974). Model pengembangan ini terdiri dari 4 tahap, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Tahap-tahap pengembangan media secara lengkap dijelaskan sebagai berikut.

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap ini, ada 5 langkah yang dilakukan, yaitu *front-end analysis*, *learner analysis*, *task analysis*, *concept analysis*, dan *specifying instructional objectives*. Informasi-informasi yang dibutuhkan pada tahap *Define* dikumpulkan dengan teknik observasi, penyebaran angket, dan analisis jurnal. Observasi dilakukan di SMA Negeri 7 Purworejo, sedangkan angket disebarkan ke beberapa guru kimia yang tergabung dalam kelompok MGMP Kimia Kabupaten Purworejo. Informasi-informasi yang diperoleh pada tahap *Define* kemudian digunakan sebagai dasar pengembangan media Laboratorium Kimia Realitas Virtual. Berdasarkan hasil observasi dan penyebaran angket, diperoleh informasi sebagai berikut.

a. *Front-End Analysis*, informasi yang diperoleh antara lain:

- 1) Beberapa materi kimia yang berbasis praktikum dan dirasa sulit oleh peserta didik serta jarang dilakukan di sekolah karena beberapa keterbatasan antara lain materi ikatan kimia, kesetimbangan kimia,

redoks, elektrokimia, kelarutan dan hasil kali kelarutan. Ketika mengajarkan materi tersebut, guru hanya menggunakan metode ceramah, menayangkan video praktikum materi tersebut, atau meminta peserta didik untuk mempelajari materi tersebut di rumah.

- 2) Guru jarang menggunakan media pembelajaran ketika mengajarkan materi kimia materi Redoks.
- 3) Pelaksanaan pembelajaran pada materi Redoks di kelas X dilakukan dengan metode ceramah, diskusi, dan latihan soal.
- 4) Kegiatan praktikum dalam pembelajaran kimia terutama materi Redoks masih jarang dilakukan karena terkendala beberapa hal, contohnya keterbatasan waktu, keterbatasan alat dan bahan kimia, dan fasilitas laboratorium kimia di sekolah yang kurang memadai.

b. *Learner Analysis*, informasi yang diperoleh antara lain:

- 1) Hampir semua peserta didik memiliki *android smartphone* dan sebagian peserta didik sering membawanya ketika pergi ke sekolah.
- 2) Sebagian besar sekolah sudah memiliki fasilitas internet yang memadai untuk dipakai oleh warga sekolah.
- 3) Peserta didik mengalami kesulitan ketika mempelajari materi Redoks karena Redoks merupakan salah satu materi kimia yang bersifat abstrak dan terdapat beberapa konsep yang perlu dipahami oleh peserta didik. Hal ini dapat dilihat dari nilai hasil belajar peserta didik pada materi Redoks yang cenderung kurang.

c. *Task Analysis*, informasi yang diperoleh antara lain:

1) Redoks merupakan salah satu materi yang memerlukan kegiatan praktikum agar peserta didik lebih memahami konsep Redoks. Kenyataannya kegiatan praktikum jarang dilakukan karena adanya beberapa keterbatasan.

d. *Concept Analysis*, informasi yang diperoleh antara lain:

1) Konsep-konsep yang perlu dipahami oleh peserta didik pada materi Redoks di kelas X berdasarkan Kurikulum 2013 Revisi Tahun 2016 antara lain konsep redoks berdasarkan pelepasan dan pengikatan oksigen, konsep redoks berdasarkan pelepasan dan penerimaan elektron, konsep redoks berdasarkan kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi, konsep bilangan oksidasi, konsep reduktor dan oksidator, serta reaksi disproporsionasi dan konproporsionasi.

e. *Specifying Instructional Objectives*, informasi yang diperoleh antara lain:

1) Perlu dikembangkan media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah yang muncul dalam pembelajaran materi Redoks, contohnya media Laboratorium Kimia berbasis Realitas Virtual.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap *Design* merupakan tahap awal dalam mengembangkan produk media. Proses pembuatan media ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu sebagai berikut.

a. Membuat rancangan produk media yang dikembangkan.

Produk media yang dikembangkan adalah media Laboratorium Kimia Realitas Virtual. Media ini berisi dua jenis praktikum kimia dengan materi

Konsep Redoks. Praktikum pertama adalah praktikum mengenai konsep redoks berdasarkan pelepasan-pengikatan oksigen dan praktikum kedua adalah praktikum tentang konsep redoks berdasarkan pelepasan-penerimaan elektron.

- b. Memilih aplikasi yang digunakan untuk membuat produk media.

Produk media Laboratorium Kimia Realitas Virtual dikembangkan menggunakan *software* aplikasi *Sketchup*, *Blender*, dan *Unity*. *Sketchup* dan *Blender* digunakan untuk membuat objek 3D yang menjadi komponen dalam produk media pengembangan. *Unity* digunakan untuk menyusun objek-objek 3D yang sudah dibuat sebelumnya dan membuat interaksi antar objek 3D sehingga menjadi Laboratorium Kimia Realitas Virtual.

Sketchup adalah suatu *software* yang berfungsi untuk membuat desain grafis model 3D. Aplikasi ini biasanya digunakan untuk membuat dan mengedit model 2D maupun 3D dalam bidang arsitektur, videogame, desain interior, dll. *Blender* adalah suatu aplikasi yang mendukung dalam pembuatan konsep 3D secara keseluruhan, seperti *modeling*, pembuatan animasi, simulasi, *rendering*, *motion tracking*, pengeditan video, pembuatan game, dll. *Unity* adalah aplikasi yang biasanya digunakan untuk membuat game.

- c. Membuat bentuk 3D yang menjadi komponen dalam produk media.

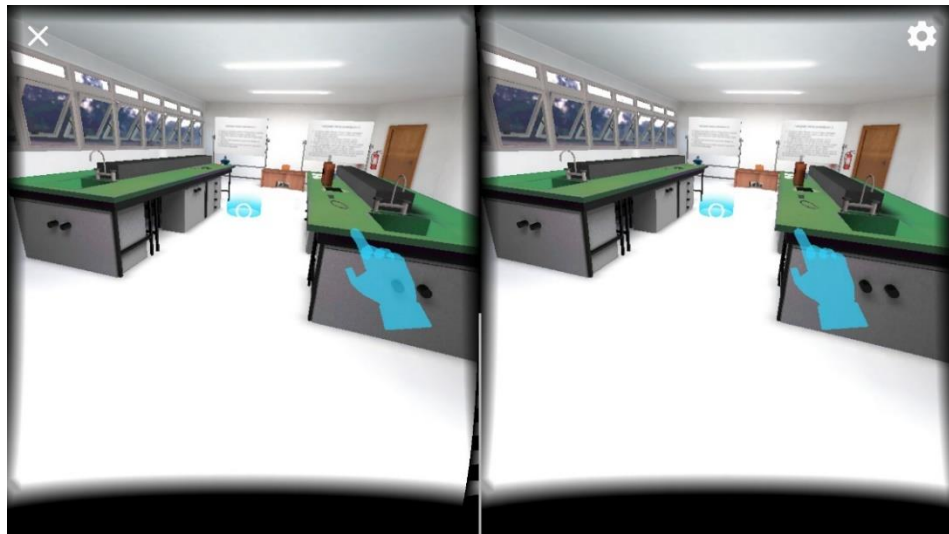
Objek-objek di dalam media *dibuat* dalam bentuk 3D, meliputi ruangan praktikum, wastafel, meja praktikum, *whiteboard*, lemari, alat dan bahan kimia yang digunakan untuk melakukan praktikum. Pembuatan

objek 3D dilakukan satu persatu dengan aplikasi *Sketchup* dan *Blender*. *Sketchup* digunakan untuk membuat ruangan laboratorium, meja praktikum, dan lemari. *Blender* digunakan untuk membuat alat dan bahan praktikum.

d. Membuat media Laboratorium Kimia Realitas Virtual.

Objek 3D yang sudah dibuat sebelumnya kemudian disusun menggunakan aplikasi *Unity* dan dibuat interaksinya sehingga membentuk media Laboratorium Kimia yang berbasis *Virtual Reality* (VR). *Virtual Reality* merupakan suatu teknologi yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan dalam dunia maya sehingga pengguna merasa seperti berada di dalam lingkungan tersebut. Tampilan hasil akhir produk media Laboratorium Kimia Realitas Virtual dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada media terdapat dua meja praktikum untuk dua praktikum yang berbeda. Praktikum pertama yaitu konsep redoks berdasarkan pelepasan-pengikatan oksigen dilakukan di meja praktikum sebelah kiri. Praktikum kedua yaitu konsep redoks berdasarkan pelepasan-penerimaan elektron dilakukan di meja praktikum sebelah kanan. Pada setiap meja praktikum sudah tersedia alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan praktikum.



Gambar 3. Tampilan Hasil Akhir Produk Media Laboratorium Kimia Realitas Virtual

Produk media pengembangan yang dihasilkan dapat dijalankan pada *android smartphone* dengan bantuan kacamata VR (*oculus*) serta *controller*. Ketika melakukan praktikum menggunakan media yang dikembangkan, diharapkan peserta didik/pengguna dapat merasakan seolah-olah seperti sedang melakukan praktikum di laboratorium kimia nyata.

3. Tahap Develop (Pengembangan)

a. Validasi Produk dan Instrumen Penelitian

1) Validasi Produk

Produk pengembangan berupa media laboratorium kimia realitas virtual perlu melewati proses validasi/pengujian sebelum digunakan untuk pengambilan data penelitian, meliputi uji kelayakan, uji kepraktisan, dan uji keterbacaan. Uji kelayakan dilakukan oleh ahli media dan ahli materi.

Proses validasi/pengujian dilakukan dengan mereview produk media menggunakan lembar penilaian kualitas media pembelajaran yang sudah disiapkan oleh peneliti. Hasil proses validasi oleh ahli tersebut berupa masukan/saran mengenai media laboratorium kimia realitas virtual. Berdasarkan hasil validasi dari ahli materi dan media, dapat disimpulkan bahwa media laboratorium kimia realitas virtual yang dikembangkan oleh peneliti dapat digunakan dengan revisi pada bagian yang diperlukan.

Masukan/saran pengembangan produk media laboratorium kimia realitas virtual yang diberikan oleh ahli media adalah sebagai berikut.

- 1) Tombol navigasi diganti agar bukan berwarna putih sehingga dapat terlihat lebih jelas.
- 2) Ukuran tombol navigasi agak diperbesar.
- 3) Perlu tutorial awal bagi pemakai yang belum pernah mengoperasikan *Virtual Reality*.
- 4) Tambahkan informasi terkait perangkat tambahan yang perlu disiapkan sebelum mengoperasikan media.
- 5) Tata letak *whiteboard* diatur ulang sehingga tulisan di *whiteboard* lebih mudah dibaca.

Masukan/saran pengembangan media yang diberikan oleh ahli materi adalah sebagai berikut.

- 1) Petunjuk penggunaan media diperbaiki agar lebih mudah dipahami.

- 2) Tampilan warna *beaker glass* yang berisi larutan ZnSO_4 diperbaiki agar tidak terlihat seperti kosong.
- 3) *Whiteboard* diatur ulang letaknya sehingga tulisan mengenai petunjuk praktikum dapat dibaca dengan lebih jelas.
- 4) Warna logam Zn setelah dimasukkan ke dalam larutan CuSO_4 diperbaiki agar terlihat telah mengalami proses korosi.
- 5) Reaksi antara logam Zn dengan larutan CuSO_4 dapat menghasilkan panas (tabung reaksi menjadi hangat), tambahkan indikator pada media yang menunjukkan hal tersebut.

Selain diuji kelayakannya oleh ahli materi dan ahli media, produk media laboratorium kimia realitas virtual juga diuji kepraktisannya oleh 4 guru kimia SMA dengan tujuan untuk mengetahui apakah media laboratorium kimia realitas virtual dapat digunakan sebagai media mengajar kimia di kelas. Guru kimia SMA yang dipilih untuk mereview produk adalah guru SMA yang sudah mengajar kimia kurang lebih 5 tahun dan cukup sering menggunakan media pembelajaran ketika mengajar kimia terutama dengan *android*. Hasil review dari guru kimia SMA menyatakan bahwa media laboratorium kimia realitas virtual dapat diaplikasikan sebagai salah satu media pembelajaran dalam mengajar kimia dengan beberapa perbaikan. Masukan/saran yang diberikan oleh guru kimia SMA sebagai bahan pertimbangan perbaikan produk media adalah sebagai berikut.

- 1) Penempatan kalimat kurang simetris

- 2) Alat dan bahan yang digunakan dalam satu konsep sebaiknya diletakkan pada jarak yang lebih dekat
- 3) Beberapa objek ukurannya lebih diperkecil, misalnya ukuran pita Mg pada saat dibakar
- 4) Animasi dapat menjelaskan teori, namun perlu diberi penekanan setelah selesai melakukan praktikum secara virtual
- 5) Warna objek dalam laboratorium virtual disesuaikan dengan objek nyata
- 6) Perlu penjelasan dengan baik sebelum menggunakan media
- 7) Perlu ditambahkan objek-objek pengecoh agar pengguna lebih memahami konsep

Uji keterbacaan dilakukan dengan mengujicobakan produk media kepada 8 peserta didik SMA. Tujuan uji coba ini adalah untuk mengetahui bagaimana tanggapan peserta didik terhadap produk media, mengetahui apakah peserta didik dapat mengoperasikan produk secara mandiri, dan mengetahui efektivitas penerapan produk. Masukan/saran pengembangan media yang diberikan oleh peserta didik adalah sebagai berikut.

- 1) Materi praktikum kurang banyak
- 2) Objek alat kimia dibuat lebih terlihat nyata
- 3) Jarak peletakan objek terlalu jauh

2) Validasi Instrumen

Penelitian ini menggunakan empat instrumen yaitu lembar penilaian kualitas media pembelajaran, angket pengaturan diri, lembar observasi

pengaturan diri, dan lembar soal hasil belajar kognitif. Keempat instrumen tersebut divalidasi secara teoritis, sedangkan angket pengaturan diri dan lembar soal hasil belajar kognitif juga divalidasi secara empiris. Proses validasi teoritis instrumen penelitian dilakukan oleh ahli instruksional berdasarkan lembar validasi instrumen penelitian yang dirancang oleh peneliti. Proses validasi empiris dilakukan dengan cara mengujicobakan instrumen penelitian, yaitu angket pengaturan diri dan lembar soal hasil belajar kognitif, kepada 288 peserta didik SMA. Hasil validasi teoritis dan empiris instrumen penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Hasil validasi empiris pada instrumen angket pengaturan diri dan instrumen soal hasil belajar kognitif diolah menggunakan program QUEST. Nilai validitas instrumen dilihat dari nilai nilai *infit MNSQ* sedangkan nilai reliabilitas instrumen dilihat dari nilai estimasi reliabilitas *Cronbach's alpha*.

Tabel 6. Hasil Validasi Instrumen Penelitian

Instrumen Penelitian	Jenis Validasi	Hasil Validasi
Lembar penilaian kualitas media pembelajaran	Teoritis	Layak digunakan dengan revisi pada bagian yang diperlukan
Lembar observasi pengaturan diri	Teoritis	Layak digunakan dengan revisi pada bagian yang diperlukan
Angket pengaturan diri	Teoritis	Layak digunakan dengan revisi pada bagian yang diperlukan
	Empiris	Tidak ada butir angket yang gugur
Lembar soal hasil belajar kognitif	Teoritis	Layak digunakan dengan revisi pada bagian yang diperlukan
	Empiris	Tidak ada butir soal yang gugur

Hasil pengolahan menunjukkan bahwa semua butir pernyataan pada angket pengaturan diri fit dengan model PCM dengan nilai estimasi reliabilitas *Cronbach's alpha* sebesar 0,72 dan masuk pada kategori dapat diterima. Hasil validasi empiris instrumen soal hasil belajar kognitif menunjukkan bahwa semua butir soal fit dengan model PCM dengan nilai estimasi reliabilitas *Cronbach's alpha* sebesar 0,96 dan masuk pada kategori sangat baik. Nilai *infit MNSQ* angket pengaturan diri dan soal hasil belajar kognitif adalah sama yaitu 1,00. Nilai tersebut masih berada pada batas penerimaan dan menunjukkan bahwa butir instrumen angket pengaturan diri dan butir soal hasil belajar kognitif valid. Hasil validitas dan reliabilitas empiris instrumen penelitian dapat dilihat pada Tabel 7, dan hasil validitas dan reliabilitas empiris secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 14.

Tabel 7. Hasil Validitas dan Reliabilitas Empiris Instrumen Penelitian

Instrumen	Validitas		Reliabilitas	
	<i>Infit MNSQ</i>	Kategori	<i>Cronbach's alpha</i>	Kategori
Angket pengaturan diri	1,00	Valid	0,72	Reliabel (dapat diterima)
Soal hasil belajar kognitif	1,00	Valid	0,96	Reliabel (sangat baik)

b. Uji Coba Produk Pengembangan

Produk media Laboratorium Kimia Realitas Virtual hasil pengembangan yang sudah divalidasi dan direvisi kemudian diimplementasikan di sekolah tempat melakukan penelitian. Produk

pengembangan diterapkan dalam proses pembelajaran dengan tujuan untuk mengukur pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik SMA. Proses penelitian melibatkan 3 kelas X MIPA sebagai kelas Kontrol, kelas Eksperimen 1 (kelas Hibrid), dan kelas Eksperimen 2 (kelas VR). Jumlah total peserta didik yang menjadi subjek penelitian adalah 103 peserta didik. Materi yang digunakan sesuai dengan materi pada produk pengembangan media Laboratorium Kimia Realitas Virtual yaitu Konsep Redoks dan Bilangan Oksidasi. Dokumentasi proses uji coba produk pengembangan secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 19.

B. Revisi Produk

Secara keseluruhan, berdasarkan proses validasi produk, media Laboratorium Kimia Realitas Virtual yang dikembangkan oleh peneliti layak digunakan pada proses pembelajaran kimia di sekolah, tetapi ada beberapa bagian yang perlu direvisi. Proses revisi produk pengembangan dilakukan dengan mempertimbangkan masukan dan saran dari ahli media, ahli materi, guru kimia SMA, dan peserta didik SMA. Pada proses revisi produk, tidak semua masukan dan saran yang diberikan terkait revisi media dapat dilakukan oleh peneliti karena keterbatasan proses pengembangan. Beberapa revisi yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Memperbaiki *manual book* pengoperasian media agar petunjuk pengoperasian media lebih jelas dan rinci.
- 2) Mengatur ulang posisi *whiteboard* di dalam media.

- 3) Memperbaiki warna *beaker glass* yang berisi larutan $ZnSO_4$.
- 4) Memperbaiki warna logam Zn agar proses korosi yang terjadi dapat terlihat lebih jelas.
- 5) Mengatur kembali penempatan alat dan bahan agar jarak penempatan antara alat satu dengan alat lain tidak terlalu jauh.
- 6) Memperbaiki ukuran, warna, dan bentuk beberapa objek dalam media.

Produk media Laboratorium Kimia Realitas Virtual yang sudah direvisi selanjutnya dapat digunakan di manapun dan kapanpun oleh guru, peserta didik, dan orang-orang yang memerlukan media tersebut sebagai media penunjang dalam proses belajar kimia terutama pada materi Redoks. Beberapa guru kimia berpendapat bahwa media Laboratorium Kimia Realitas Virtual yang dikembangkan peneliti dapat meningkatkan kemandirian belajar peserta didik, dan meningkatkan rasa antusiasme peserta didik untuk mengikuti pembelajaran. Selain itu, guru juga berpendapat bahwa media pengembangan sudah bagus untuk digunakan sebagai media pembelajaran berbasis *android*. Media Laboratorium Kimia Realitas Virtual dapat digunakan sebagai alternatif kegiatan praktikum kimia ketika terdapat keterbatasan seperti waktu atau alat kimia atau bahan kimia. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bakar *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa laboratorium virtual dapat mengatasi beberapa permasalahan dalam laboratorium konvensional.

C. Hasil Uji Coba Produk

Hasil uji coba produk pengembangan adalah nilai hasil belajar kognitif dan nilai pengaturan diri peserta didik, yang secara lengkap dapat dilihat di Lampiran

15. Nilai tersebut kemudian diolah menggunakan uji statistik Manova untuk menguji hipotesis penelitian yang sudah dirumuskan sebelumnya. Proses pengolahan data hasil uji coba produk terdiri dari 4 tahap pengujian yang dijelaskan sebagai berikut.

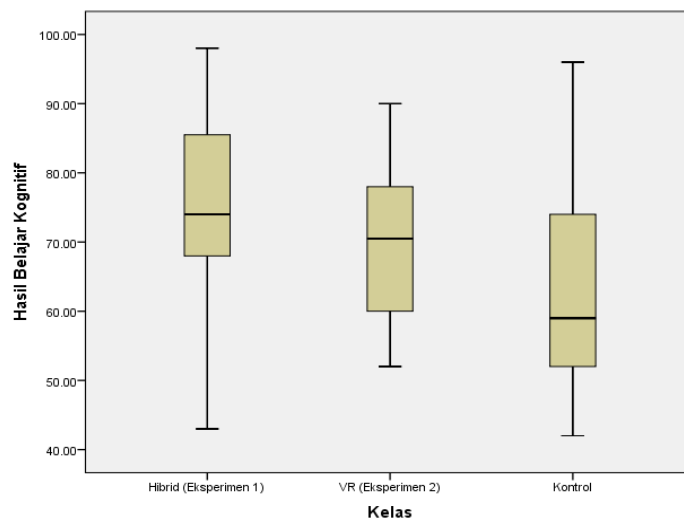
1. Uji Prasyarat Manova

Analisis data hasil uji coba produk dilakukan dengan teknik Manova, karena terdapat dua variabel terikat pada penelitian yaitu pengaturan diri dan hasil belajar kognitif. Sebelum dilakukan uji Manova, dilakukan pengujian terhadap 9 prasyarat yang harus dipenuhi sebagai syarat dapat dilakukannya pengujian Manova. Hasil pengujian terhadap 9 prasyarat Manova adalah sebagai berikut.

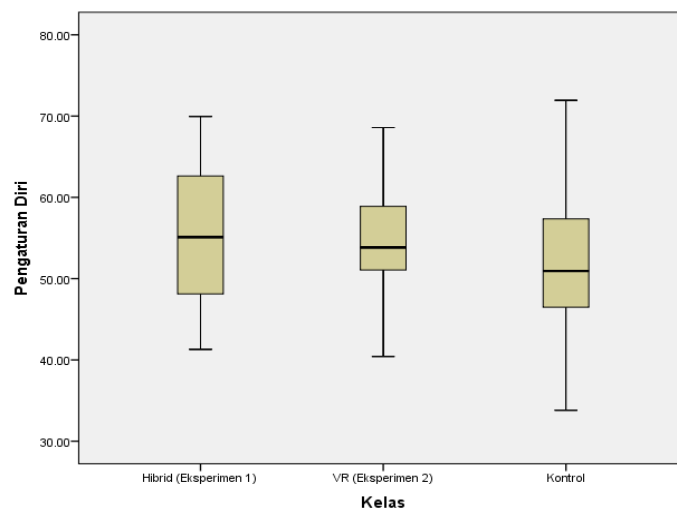
- 1) Pada penelitian ini digunakan dua variabel terikat yang diukur dalam tingkat interval yaitu pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik yang merupakan data kotinyu.
- 2) Pada penelitian ini digunakan dua kategori kelompok variabel bebas yaitu Laboratorium Kimia Realitas Virtual dan Pembelajaran Hibrid yang merupakan data kategorial.
- 3) Proses penelitian dapat dilakukan secara bebas/independen karena pengamat dalam setiap kelompok ataupun antar kelompok tidak memiliki hubungan, dan peneliti memiliki kebebasan untuk melakukan pengamatan.
- 4) Jumlah peserta didik untuk kelas Kontrol, kelas Eksperimen 1, dan kelas Eksperimen 2 berturut-turut adalah 35 peserta didik, 34 peserta didik, dan 34

peserta didik, sehingga jumlah anggota minimal setiap kelompok sampel sudah terpenuhi (Hair *et al.*, 2006).

5) *Outlier* univariat maupun multivariate tidak terdeteksi. *Outlier* univariat dideteksi melalui *boxplots*, ditandai dengan adanya tanda bintang (*) di luar garis *whiskers*. *Boxplot* hasil analisis *outlier* univariate untuk setiap variabel terikat dapat dilihat pada Gambar 4.



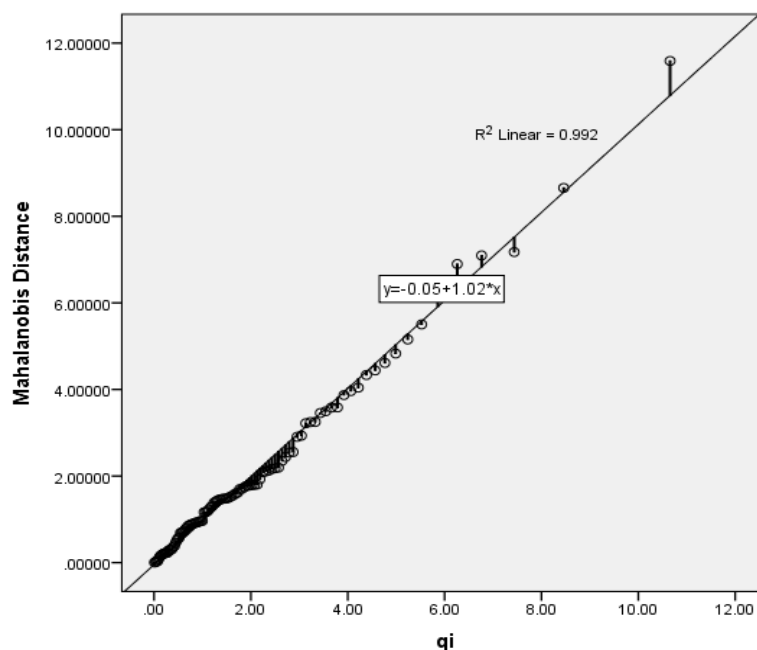
(a) *Boxplot* untuk Variabel Hasil Belajar Kognitif



(b) *Boxplot* untuk Variabel Pengaturan Diri

Gambar 4. *Boxplot Outlier* Univariat untuk setiap Variabel Terikat

Berdasarkan hasil analisis, pada *boxplot* kedua variabel tidak ditemukan adanya tanda bintang (*) di luar garis *whiskers*, oleh sebab itu dapat disimpulkan tidak terdapat *outlier* univariat pada kedua variabel (Johnson & Wichern, 2007). *Outlier* multivariat dideteksi melalui perbandingan jarak Mahalanobis (d_i^2) dengan *chi square value* (X^2) pada masing-masing kelompok. Grafik perbandingan jarak Mahalanobis dengan *chi square value* dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan hasil analisis, plot jarak Mahalanobis terhadap *chi square* cenderung membentuk garis lurus dengan nilai R^2 Linear sebesar 0,992, maka disimpulkan bahwa data tidak mempunyai *outlier* multivariat (Johnson & Wichern, 2007).



Gambar 5. Perbandingan Jarak Mahalanobis dengan Nilai Chi Square

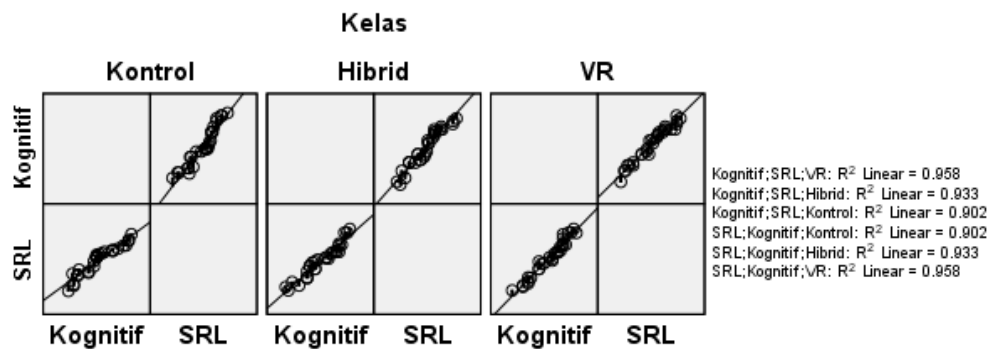
- 6) Variabel pada masing-masing kelompok mengikuti *multivariate normal distribution*. Normalitas setiap variabel pada penelitian diuji menggunakan

uji *Shapiro-Wilk* dengan bantuan program SPSS. Data dikatakan berasal dari populasi yang berdistribusi normal jika diperoleh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Hasil uji normalitas multivariat pada kedua variabel terikat dapat dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan hasil analisis, variabel pengaturan diri dan hasil belajar kognitif pada setiap kelas eksperimen memiliki nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05, sehingga disimpulkan bahwa variabel masing-masing kelompok mengikuti distribusi normal multivariat atau data berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Hasil uji normalitas multivariat secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 17.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas Multivariat pada Variabel Terikat

Kelas	Nilai Signifikansi Uji <i>Shapiro-Wilk</i>	
	Pengaturan Diri	Hasil Belajar kognitif
Eksperimen 1 (Kelas Hibrid)	0,214	0,351
Eksperimen 2 (Kelas VR)	0,460	0,129
Kontrol	0,722	0,099

- 7) Terdapat hubungan yang linear antara setiap pasangan variabel terikat untuk setiap kelompok variabel bebas. Hubungan linear antar variabel dapat dilihat melalui *scatterplot matrix* untuk setiap kelompok variabel. *Scatterplot matrix* hubungan linearitas dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Scatterplot Matrix Hubungan Linearitas

Hasil *scatterplot matrix* menunjukkan bahwa terdapat hubungan linear pada tiap pasangan variabel terikat untuk tiap variabel bebas. Kesimpulan ini dapat diambil karena terlihat bahwa setiap kelompok variabel terikat membentuk garis lurus dari plot bagian kiri bawah menuju ke plot bagian kanan atas (Johnson & Wichern, 2007). Nilai R^2 untuk setiap pasangan variabel memiliki nilai antara 0,902 sampai dengan 0,958.

- 8) Pengujian terhadap homogenitas matriks kovarians pada variabel penelitian. Pengujian dilakukan menggunakan uji *Box's M* dengan bantuan program SPSS. Hasil pengujian dengan *Box's M* memperoleh nilai *Box's M* sebesar 9,428 dengan nilai signifikansi (α) 0,166. Nilai signifikansi yang diperoleh pada hasil analisis lebih besar dari 0,05, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa data berasal dari populasi dengan matriks kovarian homogen (Stevens, 2002). Hasil pengujian *Box's M* dapat dilihat pada Tabel 9, dan hasil analisis *Box's M* secara lengkap dapat dilihat dalam Lampiran 17.

Tabel 9. Hasil Pengujian *Box's M*

Box's M	F	Sig.
9,428	1,522	0,166

9) Multikolinearitas pada variabel tidak terdeteksi. Cara mendeteksi multikolinearitas dapat dilakukan dengan melihat nilai koefisien relasi antar variabel pada hasil uji korelasi *product moment*. Pada hasil analisis data penelitian diperoleh nilai korelasi variabel hasil belajar kognitif dan pengaturan diri adalah sama yaitu $r = 0,847$, dan digolongkan sebagai korelasi kuat (*strong correlation*) (Schober, Boer, dan Schwarte, 2018). Nilai korelasi (r) bernilai positif yang menandakan hubungan antar dua variabel bersifat positif, artinya apabila hasil belajar kognitif meningkat maka pengaturan diri dapat meningkat pula. Berdasarkan nilai signifikansi Sig. (2-tailed), diketahui nilai Sig. (2-tailed) antara hasil belajar kognitif dan pengaturan diri yaitu $0,036 < 0,05$, artinya terdapat korelasi yang signifikan antara variabel hasil belajar kognitif dan pengaturan diri. Hasil pengujian multikolinearitas secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 17.

Hasil analisis terhadap kesembilan prasyarat Manova menunjukkan bahwa semua prasyarat Manova tersebut dapat dipenuhi, sehingga uji Manova dapat digunakan untuk menganalisis data penelitian.

2. Uji Hipotesis

Ada beberapa teknik uji statistik yang dapat diterapkan untuk menganalisis Manova. Uji statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah *Wilk's Lambda* karena pada penelitian ini terdapat lebih dari dua kelompok variabel bebas dan uji prasyarat Manova terpenuhi (Khattree & Naik, 2003).

Tabel 10. Hasil pengujian *Wilk's Lambda*

Uji Wilk's Lambda	Nilai Signifikansi
Hasil Uji Multivariat 2 Variabel Terikat terhadap 3 Variabel Bebas	0,001
Hasil Uji Multivariat Variabel Terikat Pengaturan Diri terhadap 3 Variabel Bebas.	0,002
Hasil Uji Multivariat Variabel Terikat Hasil Belajar Kognitif terhadap 3 Variabel Bebas.	0,018

Hasil pengujian *Wilk's Lambda* dapat dilihat pada Tabel 10, dan hasil pengujian Manova secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 17. Berdasarkan hasil analisis, nilai signifikansi hasil uji *Wilk's Lambda* yang diperoleh memiliki nilai yang lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05, Nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 mengindikasikan adanya penolakan H_0 atau penerimaan H_a . Kesimpulan hasil uji Manova yang dapat diambil sebagai berikut:

- 1) Terdapat perbedaan hasil belajar kognitif dan pengaturan diri antara peserta didik yang belajar dengan praktikum biasa (Kelas Kontrol), peserta didik yang belajar dengan praktikum biasa dan VR (Kelas Hibrid), serta peserta didik yang belajar dengan praktikum VR (Kelas VR).
- 2) Terdapat perbedaan pengaturan diri antara peserta didik yang belajar dengan praktikum biasa (Kelas Kontrol), peserta didik yang belajar dengan praktikum biasa dan VR (Kelas Hibrid), serta peserta didik yang belajar dengan praktikum VR (Kelas VR).
- 3) Terdapat perbedaan hasil belajar kognitif antara peserta didik yang belajar dengan praktikum biasa (Kelas Kontrol), peserta didik yang belajar dengan

praktikum biasa dan VR (Kelas Hibrid), serta peserta didik yang belajar dengan praktikum VR (Kelas VR).

3. Uji Lanjutan (*Post-hoc*)

Penerapan produk media Laboratorium Kimia Realitas Virtual memerlukan uji lanjutan (*Post-hoc*) untuk mengetahui variabel bebas mana saja yang mempunyai perbedaan signifikan terhadap variabel terikat. Hal ini karena pada penelitian digunakan dua variabel bebas, yaitu Laboratorium Kimia Realitas Virtual dan Pembelajaran Hibrid. Hipotesis uji lanjutan pertama sampai ketiga dianalisis menggunakan Manova menggunakan *Wilk's Lambda*. Hasil uji Manova untuk uji lanjutan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Pengujian *Wilk's Lambda* untuk Uji Lanjutan

Uji <i>Wilk's Lambda</i>	Nilai Signifikansi
Hasil Uji Multivariat 2 Variabel Terikat terhadap 2 Variabel Bebas (Kelas Kontrol dan Kelas VR (Eks II))	0,96
Hasil Uji Multivariat 2 Variabel Terikat terhadap 2 Variabel Bebas (Kelas VR (Eks II) Kelas Hibrid (Eks I))	0,52
Hasil Uji Multivariat 2 Variabel Terikat terhadap 2 Variabel Bebas (Kelas Kontrol dan Kelas Hibrid (Eks I))	0,00

Berdasarkan Tabel 11 di atas, jika dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) penelitian yaitu 0,05, diperoleh dua jenis nilai signifikansi yaitu lebih kecil dari 0,05 dan lebih besar dari 0,05. Nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05 mengindikasikan adanya penerimaan H_0 , sedangkan nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 mengindikasikan penolakan H_0 . Kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

1. Tidak terdapat perbedaan hasil belajar kognitif dan pengaturan diri peserta didik pada Kelas Kontrol dengan peserta didik pada Kelas VR (Eks II).
2. Tidak terdapat perbedaan hasil belajar kognitif dan pengaturan diri peserta didik pada Kelas VR (Eks II) dengan peserta didik Kelas Hibrid (Eks I).
3. Terdapat perbedaan hasil belajar kognitif dan pengaturan diri peserta didik pada Kelas Kontrol dengan peserta didik pada Kelas Hibrid (Eks I).

Pada pengujian homogenitas disimpulkan bahwa variabel memiliki varian yang sama atau homogen dan nilai signifikansi yang diperoleh lebih besar dari 0,05, sehingga uji *Post-hoc* untuk Hipotesis yang keempat hingga kesembilan dilakukan dengan Uji *Bonferroni*. Hasil Uji *Bonferroni* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji *Bonferroni*

Variabel Terikat	Kelas 1	Kelas 2	Nilai Signifikansi
Hasil Belajar Kognitif	Hibrid (Eksperimen 1)	VR (Eksperimen 2)	0,361
		Kontrol	0,002*
	VR (Eksperimen 2)	Hibrid (Eksperimen 1)	0,361
		Kontrol	0,182
	Kontrol	Hibrid (Eksperimen 1)	0,002*
		VR (Eksperimen 2)	0,182
Pengaturan Diri	Hibrid (Eksperimen 1)	VR (Eksperimen 2)	0,132
		Kontrol	0,006*
	VR (Eksperimen 2)	Hibrid (Eksperimen 1)	0,132
		Kontrol	0,940
	Kontrol	Hibrid (Eksperimen 1)	0,006*
		VR (Eksperimen 2)	0,940

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian yaitu $\alpha = 0,05$ dan jumlah kelompok variabel bebas yang digunakan dalam penelitian adalah 2, oleh sebab itu nilai *Bonferroni correction* adalah 0,025. Hal ini dapat diartikan bahwa

untuk menolak hipotesis nol (H_0) maka nilai signifikansi hasil perhitungan harus kurang dari 0,025 (Maxwell & Delaney, 2000). Pada Tabel 12, nilai signifikansi yang nilainya lebih kecil daripada 0,025 diberi tanda bintang (*). Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat dikatakan bahwa H_0 pada Uji *Bonferroni* ditolak dan H_a diterima, sehingga kesimpulan pada uji *Post-hoc* yaitu tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik dalam kelas Hibrid (Eks-1) dengan kelas VR (Eks-2) dan kelas VR (Eks-2) dengan kelas Kontrol (K), tetapi terdapat perbedaan yang signifikan dari pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas Hibrid (Eks-1) dengan kelas kontrol (K).

Berdasarkan hasil uji *Post-hoc* disimpulkan bahwa pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas hibrid memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol. Kelas hibrid pada penelitian ini merupakan kelas yang melakukan kegiatan praktikum nyata dan virtual. Peserta didik dapat melakukan simulasi praktikum terlebih dahulu sebelum melakukan praktikum nyata. Materi simulasi praktikum yang dilakukan melalui media berbeda dengan materi praktikum yang dilakukan di laboratorium kimia nyata. Hal ini membuat peserta didik lebih memahami praktikum yang akan dilakukan. Kelas Hibrid juga menerapkan model pembelajaran 5E dengan *hybrid learning*, di mana peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran secara *face-to-face* dan *online*. Hal ini mempengaruhi hasil belajar peserta didik, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Means, Toyama, Murphy, dan Bakia (2013) yang menyatakan bahwa kegiatan belajar menggunakan *hybrid learning* dapat

memberikan pengaruh yang positif terhadap hasil belajar peserta didik di kelas. Hipotesis pada penelitian yang dapat dijawab menggunakan hasil analisis uji *Posthoc*, yaitu sebagai berikut.

- 1) Nilai signifikansi hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas Hibrid dengan peserta didik di kelas VR adalah 0,361. Nilai ini lebih besar dari nilai *Bonferoni correction* yaitu 0,025, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil belajar kognitif peserta didik di kelas Hibrid dengan kelas VR.
- 2) Nilai signifikansi hasil belajar kognitif peserta didik di kelas Hibrid dengan kelas Kontrol adalah 0,002. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai *Bonferroni correction* yaitu 0,025, sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil belajar kognitif peserta didik di kelas Hibrid dengan kelas VR.
- 3) Nilai signifikansi hasil belajar kognitif peserta didik di kelas VR dengan kelas Kontrol adalah 0,182. Nilai tersebut lebih besar dari nilai *Bonferroni correction* yaitu 0,025, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas VR dan kelas Kontrol.
- 4) Nilai signifikansi pengaturan diri peserta didik pada kelas Hibrid dengan peserta didik di kelas VR adalah 0,132. Nilai ini lebih besar dari nilai *Bonferoni correction* yaitu 0,025, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada pengaturan diri peserta didik di kelas Hibrid dengan kelas VR.

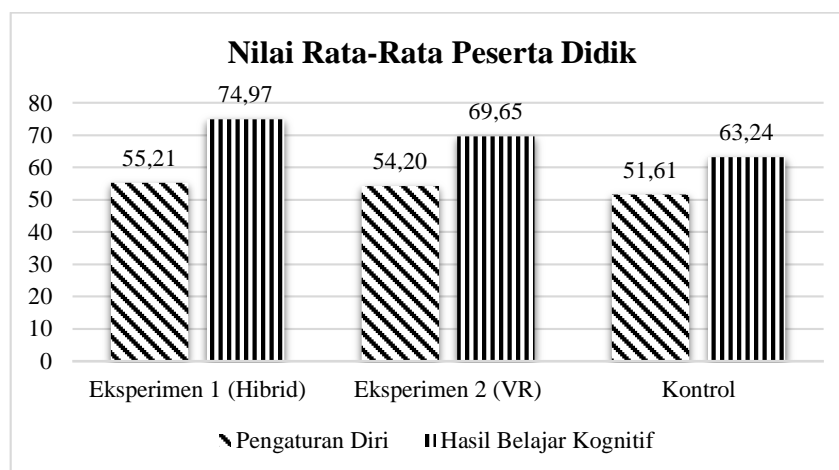
- 5) Nilai signifikansi pengaturan diri peserta didik di kelas Hibrid dengan kelas Kontrol adalah 0,006. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai *Bonferroni correction* yaitu 0,025, sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada pengaturan diri peserta didik di kelas Hibrid dengan kelas VR.
- 6) Nilai signifikansi pengaturan diri peserta didik di kelas VR dengan kelas Kontrol adalah 0,940. Nilai tersebut lebih besar dari nilai *Bonferroni correction* yaitu 0,025, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas VR dan kelas Kontrol.

Nilai rata-rata pengaturan diri dan hasil belajar kognitif untuk setiap kelas dapat dilihat pada Tabel 13 dan Gambar 7. Pada Tabel dan Gambar tersebut terlihat bahwa nilai rata-rata baik pada pengaturan diri maupun hasil belajar kognitif untuk kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Balid, Abdulwahed, dan Alrouh (2014) yang menyatakan bahwa persiapan eksperimen/praktikum menggunakan *embedded systems virtual laboratory* memberikan hasil belajar yang lebih tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Zimmerman (2008) menyebutkan bahwa pengaturan diri peserta didik yang belajar menggunakan pembelajaran online berbeda secara signifikan dengan peserta didik yang tidak melakukan pembelajaran secara online. Pembelajaran online atau pembelajaran hibrid dapat meningkatkan pengaturan diri peserta didik (Barnard, Lan, To, Paton, & Lai, 2009). Penerapan strategi pembelajaran

online dapat menumbuhkan pengaturan diri peserta didik dan struktur pada pembelajaran online dapat mendorong pengaturan diri peserta didik (Barnard, Paton, & Lan, 2010).

Tabel 13. Nilai Rata-rata Pengaturan Diri dan Hasil Belajar Kognitif

Kelas	Jumlah Peserta Didik	Pengaturan Diri		Hasil Belajar Kognitif	
		Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata	Standar Deviasi
Eksperimen 1 (Kelas Hibrid)	35	55,21	7,99	74,97	14,46
Eksperimen 2 (Kelas VR)	34	54,20	7,51	69,65	10,98
Kontrol	34	51,61	9,17	63,24	13,99



Gambar 7. Nilai Rata-rata Pengaturan Diri dan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik

Pada kegiatan pembelajaran, media Laboratorium Kimia Realitas Virtual digunakan pada pertemuan pertama dan kedua di kelas Hibrid (Eksperimen 1) dan kelas VR (Eksperimen 2). Pada kelas Eksperimen 1, media digunakan sebagai simulasi praktikum sebelum melakukan praktikum kimia di laboratorium nyata. Pada kelas Eksperimen 2, media digunakan sebagai pengganti praktikum kimia di laboratorium nyata.

4. Sumbangan Efektif

Sumbangan efektif digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh media yang dikembangkan terhadap variabel-variabel penelitian. Tabel 14 di bawah ini merupakan nilai *Partial eta squared* dan nilai *Eta squared* yang diperoleh berdasarkan hasil analisis. Pada tabel di tersebut dapat disimpulkan bahwa media Laboratorium Kimia Realitas Virtual memberikan sumbangan efektif terhadap variabel-variabel penelitian.

Tabel 14. Sumbangan Efektif Media terhadap Variabel Penelitian

Kelas	Variabel Terikat	<i>Partial Eta Squared</i>	<i>Eta Squared</i>	Sumbangan Efektif (%)
Hibrid (Media Lab VR + Praktikum di Lab Kimia Nyata)	Pengaturan Diri dan Hasil Belajar Kognitif	0,212	-	21,2%
	Pengaturan Diri	-	0,132	13,2%
	Hasil Belajar Kognitif	-	0,149	14,9%
VR (Media Lab VR)	Pengaturan Diri dan Hasil Belajar Kognitif	0,169	-	16,9%
	Pengaturan Diri	-	0,139	13,9%
	Hasil Belajar Kognitif	-	0,125	12,5%

D. Kajian Produk Akhir

Produk pengembangan yang dihasilkan adalah media Laboratorium Kimia Realitas Virtual, yaitu aplikasi yang dapat digunakan sebagai simulasi kegiatan praktikum kimia pada materi Redoks. Aplikasi yang dikembangkan berbasis *virtual reality* sehingga ketika melakukan praktikum menggunakan media ini pengguna diharapkan dapat merasakan seperti praktikum di laboratorium kimia nyata. Aplikasi dibuat 360⁰ sehingga pengguna dapat bebas bergerak ke semua

sisi di dalam Laboratorium Kimia Realitas Virtual. Aplikasi ini dioperasikan menggunakan *android smartphone* baik dengan atau tanpa bantuan kacamata VR/*oculus* dan *controller*. Kacamata VR digunakan untuk menampilkan lingkungan realitas virtual ketika mengoperasikan media. Ketika aplikasi dioperasikan tanpa kacamata VR, maka pengguna tidak dapat melihat lingkungan realitas virtual. *Controller* digunakan sebagai alat bantu navigasi ketika mengoperasikan aplikasi menggunakan kacamata VR.

Ruangan laboratorium kimia di aplikasi terdiri dari meja praktikum, meja guru, *whiteboard*, wastafel, lemari, alat dan bahan praktikum. Pada aplikasi terdapat dua praktikum yang dapat dilakukan yaitu praktikum untuk konsep redoks berdasarkan pelepasan-pengikatan oksigen dan konsep redoks berdasarkan pelepasan-penerimaan elektron. Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan praktikum sudah disiapkan di meja praktikum. Aplikasi dilengkapi dengan langkah praktikum yang tertulis di *whiteboard* sehingga dapat memudahkan peserta didik/pengguna ketika melakukan praktikum.

Sebelum digunakan dalam proses penelitian, produk pengembangan melewati proses pengujian terlebih dahulu, meliputi uji kelayakan, uji keterbacaan, dan uji kepraktisan. Hasil uji coba berupa kritik, masukan, dan saran dari ahli digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki produk pengembangan. Setelah diperbaiki, produk pengembangan selanjutnya digunakan dalam proses uji coba di sekolah (uji coba lapangan).

Pada proses uji coba lapangan, produk pengembangan digunakan untuk mengukur pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik. Subjek

penelitian pada proses uji coba lapangan adalah 103 peserta didik kelas X MIPA di SMA yang dibagi ke dalam 3 kelas, yaitu kelas Kontrol, kelas Hibrid (eksperimen 1), dan kelas VR (eksperimen 2). Hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas Hibrid dan kelas VR memperoleh nilai rata-rata yang lebih baik dibandingkan dengan kelas Kontrol. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Avramiotis dan Tsaparlis (2013) serta Bakar *et al.* (2013), yang menyebutkan bahwa penerapan media laboratorium kimia virtual dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Uji Manova dan uji *post-hoc* dilakukan terhadap data penelitian untuk menguji hipotesis-hipotesis dalam penelitian Secara ringkas, hasil pengujian hipotesis penelitian adalah sebagai berikut.

- 1) Terdapat perbedaan hasil belajar kognitif dan pengaturan diri antara peserta didik pada Kelas Kontrol, peserta didik pada kelas Kelas Hibrid (Eks I), serta peserta didik pada Kelas VR (Eks II).
- 2) Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas Hibrid (Eks I) dengan kelas VR (Eks II) dan kelas VR (Eks II) dengan kelas Kontrol, tetapi terdapat perbedaan yang signifikan dari pengaturan diri dan hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas Hibrid (Eks I) dengan kelas Kontrol.

E. Keterbatasan Penelitian

Pada proses penelitian dan pengembangan media Laboratorium Kimia Realitas Virtual terdapat beberapa keterbatasan yaitu sebagai berikut.

1. Aplikasi memerlukan memori penyimpanan yang cukup besar karena terdapat dua praktikum dalam satu aplikasi tersebut.
2. Media Laboratorium Kimia Realitas Virtual hanya dapat dioperasikan menggunakan *android smartphone*. Hal ini karena dibutuhkan kacamata *virtual reality/oculus* yang tersambung dengan *android smartphone* untuk menghadirkan lingkungan laboratorium yang seolah-olah nyata.
3. Media pengembangan belum mampu memvisualisasikan objek yang berhubungan dengan indra pendengaran, indra perasa, dan indra penciuman.
4. Ada beberapa *android smartphone* yang tidak sesuai dengan aplikasi sehingga aplikasi tidak dapat dijalankan pada *android smartphone* tersebut.
5. Konsep Redoks yang digunakan dalam media terbatas pada konsep Redoks dengan materi Redoks berdasarkan pengikatan-pelepasan oksigen dan redoks berdasarkan pelepasan-penerimaan elektron.
6. Bahan kimia yang digunakan pada kegiatan praktikum hanya sedikit.
7. Kelayakan media Laboratorium Kimia Realitas Virtual belum optimal karena masih ada aspek-aspek dalam Laboratorium Kimia Realitas Virtual yang belum dikaji oleh peneliti.
8. Instrumen yang digunakan untuk uji kepraktisan dan uji keterbacaan sama dengan instrumen untuk uji kelayakan, sehingga hasil uji kepraktisan dan uji keterbacaan belum optimal.