

PENGEMBANGAN E-MODUL KIMIA PADA MATERI STRUKTUR ATOM UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR

Laila Mufida¹⁾, Marianus Subandowo²⁾, Wawan Gunawan³⁾

^{1,2,3)}Sekolah Pascasarjana, Teknologi Pendidikan, Universitas PGRI Adibuana Surabaya
Jl. Dukuh Menanggal XII No.17, Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60234
e-mail: lailamufida29@gmail.com¹⁾, subanindi@gmail.com²⁾, wawan.gunawan@unipasby.ac.id³⁾

ABSTRAK

Pelaksanaan pembelajaran Kimia di SMA secara online di masa pandemi menimbulkan permasalahan penyerapan materi. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan dasar tujuan pengembangan e-modul Kimia khususnya materi struktur atom untuk memaksimalkan penyerapan materi oleh siswa sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Model pengembangan yang digunakan yaitu 4D model (*Define, Design, Development, and Disseminate*). Untuk mengukur kelayakan dari e-modul yang disusun dilakukan proses validasi ahli dan uji kelayakan produk. Uji validasi ahli melibatkan 1 ahli materi, 1 ahli desain pembelajaran dan 1 ahli media pembelajaran. Ahli media menguji kelayakan aplikasi e-modul, ahli desain menguji kelayakan desain e-modul dan ahli materi menguji kedalaman materi struktur atom. Uji kelayakan produk mengikutsertakan 3 siswa pada uji perorangan, 9 siswa pada uji kelompok kecil, serta pada uji lapangan melibatkan 21 siswa dan 1 guru Kimia untuk memberikan penilaian setelah menggunakan e-modul. Untuk memperoleh data pada proses validasi dan uji kelayakan digunakan angket. Setelah melalui uji kelayakan, e-modul diukur efektivitasnya pada pembelajaran di kelas selama 8 pertemuan dengan 34 siswa yang dipilih secara acak. Pada uji efektivitas, data diperoleh dengan melakukan pretest dan posttest. Data pada uji efektivitas dianalisis menggunakan uji *t* berpasangan. Berdasarkan hasil validasi, ahli materi menilai 86,3%, ahli desain pembelajaran menilai 86,5% dan ahli media menilai 92,7%. Siswa dan guru kimia juga merespon positif terhadap pengembangan e-modul. Kelayakan e-modul sebesar 80,5% pada uji perorangan, 92,7% pada uji kelompok kecil dan 90,9% pada uji lapangan. Pada Uji efektivitas e-modul terbukti efektif dalam meningkatkan capaian belajar siswa.

Kata Kunci: Pengembangan E-modul, struktur atom, pembelajaran online, 4D model.

ABSTRACT

Students face difficulty in understanding chemistry material during online learning in the midst of Covid-19 pandemic. Therefore, this research aims to develop a chemical e-module on the atomic structure material to help students understand the material in order to improve student learning outcomes. 4D model is adopted to develop e-module. E-module validation process is carried out by 3 experts, namely material expert, learning design expert and media expert. Media experts test the feasibility of e-module applications, design experts test the feasibility of e-module designs and materials experts test the depth of material atomic structure. The product trial process involves 3 students in individual tests, 9 students in small group trial and in field trial there are 21 students and 1 Chemistry teachers to provide an assessment after using the e-module. Questionnaire is a tool for data collection in validation and trial process. To measure effectiveness of e-module, pretest and posttest of 34 students who randomly chosen are conducted to collect the data. Paired *t*-test is adopted for data analysis technique. Based on the results of the feasibility test, material experts assessed 86.3%, learning design experts assessed 86.5% and media experts assessed 92.7%. Chemistry students and teachers responded positively to the development of e-modules. The feasibility of the e-module was 80.5% in the individual test, 92.7% in the small group test and 90.9% in the field test. In the e-module effectiveness test, it was proven effective in improving student learning achievement.

Keywords: e-module development, atom structure, e-learning, 4D.

I. PENDAHULUAN

Pada masa darurat Covid-19, penyelenggaraan pembelajaran dilakukan secara jarak jauh (PJJ) dengan memanfaatkan perkembangan teknologi jaringan atau *online* [1], [2]. PJJ diupayakan untuk mendukung *social distancing* dalam rangka mengurangi potensi penyebaran Covid-19 [3]. Hal ini kemudian menimbulkan tantangan-tantangan baru bagi praktisi pendidikan dalam beradaptasi dengan cara-cara baru yang syarat dengan pemanfaatan teknologi [4]. Pada pelaksanaannya PJJ secara *online* lebih fleksibel dalam pelaksanaannya dan mendorong kemandirian belajar siswa. Sehingga pembelajaran *online* diterapkan pada berbagai mata pelajaran di seluruh satuan tingkat pendidikan, termasuk pembelajaran kimia di SMA [5], [6].

Pelaksanaan pembelajaran *online* Kimia di SMA memiliki kendala-kendala yang dialami oleh siswa. Sebagian besar siswa mengalami kendala dalam memahami materi pembelajaran yang disampaikan secara *online* [7]–[9]. Hal ini menjadi masalah serius yang harus mendapatkan perhatian karena kesulitan yang dialami oleh siswa pada pembelajaran Kimia secara *online* ini dapat mempengaruhi hasil belajar siswa [10]. Penyerapan materi yang baik merupakan indikasi efektivitas dari pembelajaran. Sehingga, dibutuhkan upaya untuk meningkatkan pemahaman

siswa dalam pembelajaran *online* Kimia di SMA. Untuk mengatasi masalah dalam pelaksanaan pembelajaran Kimia secara *online*, beberapa upaya dilakukan seperti penerapan strategi penyampaian *problem-based learning* (PBL) [11], pengembangan *website* [12], pemanfaatan media presentasi [13], *gamified learning* [14], dll. Berbeda dari sebelumnya, penelitian ini memilih pengembangan e-modul sebagai langkah untuk mengatasi kendala pada pembelajaran Kimia yang dilakukan secara *online*.

Pengadaan modul elektronik (e-modul) dapat menjadi solusi untuk mendukung pembelajaran *online* [15] termasuk pembelajaran *online* Kimia di tingkat SMA [16]. Modul merupakan sumber belajar penunjang dalam kegiatan belajar mengajar. Sehingga, penggunaan modul pembelajaran sangat mendukung berlangsungnya proses pembelajaran. Modul diartikan sebagai satu kesatuan bahan ajar yang dapat digunakan untuk belajar secara mandiri karena disampaikan dalam bentuk *self-instruction* [17]. Materi di dalam modul memungkinkan siswa untuk mempelajarinya secara mandiri walaupun bimbingan dari guru terbatas. Modul juga didefinisikan sebagai program pembelajaran paling kecil yang dapat digunakan siswa dalam belajar secara mandiri karena terdapat instruksi yang jelas untuk dilakukan secara perorangan. Pada definisi ini modul diartikan sebagai sebuah program karena setelah siswa selesai mempelajari satuan materi di dalam modul, selanjutnya siswa mempelajari materi lanjutan pada satuan modul berikutnya [18]. Dengan demikian, pemanfaatan modul dalam pembelajaran *online* dinilai dapat menjadi solusi kendala pembelajaran *online*. Sehingga, pengembangan modul penting untuk dilakukan.

Pembelajaran secara *online* menuntut siswa memiliki e-modul yang menjadi sumber belajar penunjang untuk belajar. Hal ini menjadi tuntutan bagi guru untuk beradaptasi untuk mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi sebagai syarat wajib dalam pembelajaran *online*. Oleh sebab itu, penyediaan e-modul untuk siswa dapat menjadi jalan keluar pada kendala pembelajaran *online* yang dialami siswa. E-modul adalah sumber materi pembelajaran yang berbentuk dokumen format elektronik yang mana disusun secara khusus menggunakan aplikasi atau program komputer, selain itu juga dilengkapi dengan unsur multimedia agar lebih menarik serta interaktif [19], [20]. Di dalam E-modul ditampilkan juga soal-soal yang menuntut peserta didik dapat berpikir kritis untuk dapat menyelesaikan soal secara mandiri. Studi pengembangan e-modul Kimia untuk SMA telah banyak dilakukan sebelumnya yaitu pada materi ikatan kimia [21], Termokimia [22], dan konsep Redoks [23]. Sedangkan, pada penelitian pengembangan ini e-modul yang dikembangkan pada materi struktur atom.

Materi pada mata pelajaran Kimia yang dipelajari siswa SMA khususnya kelas X adalah komposisi dan sifat zat mulai dari skala atom hingga molekul [24]. Konsep mata pelajaran Kimia, termasuk materi struktur atom [25], dirasa sulit untuk siswa karena membutuhkan ketrampilan untuk berhitung [26]. Kesulitan yang dialami siswa juga disebabkan oleh beberapa hal yaitu rendahnya kemampuan matematika siswa, materi yang abstrak, lupa terhadap konsep yang dipelajari karena kebiasaan menghafal pelajaran sehingga pengetahuan awal menjadi rendah [27].

Pelaksanaan pembelajaran *online* dapat mewujudkan komunikasi antara guru dan siswa yang menjadi interaksi ideal [28]. Pada prakteknya pembelajaran *online* membutuhkan peralatan teknologi seperti *hand phone* dan laptop sebagai alat untuk belajar. Oleh sebab itu penting untuk merancang pembelajaran dengan mempertimbangkan peran teknologi di dalamnya sehingga cara-cara dalam penyampaian materi pembelajaran perlu memanfaatkan teknologi [29]. Oleh sebab itu, e-modul Kimia dikembangkan sebagai solusi untuk mendukung pembelajaran Kimia di SMA yang dilakukan secara *online* agar hasil belajar siswa dapat meningkat. Dengan e-modul diharapkan dapat memudahkan dan memfasilitasi siswa dengan karakteristik pebelajar yang berbeda-beda.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan pendidikan dilakukan untuk menghasilkan produk pembelajaran seperti bahan ajar, modul, media pembelajaran, dll kemudian menguji kelayakan produk tersebut sebelum digunakan pada situasi nyata di kelas [30]. Tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah untuk menghasilkan modul pembelajaran yang layak untuk diterapkan pada pembelajaran. Pengembangan produk mengacu pada langkah-langkah model pengembangan 4-D (*Four-D*). Model ini diciptakan oleh S. Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel [19], [31]. Model ini dipilih karena model 4-D memiliki struktur yang sistematis dan sederhana. Selain itu, tahapan dalam model ini lebih praktis diterapkan. Pada beberapa studi pengembangan produk yang menggunakan model 4-D menghasilkan produk dan pembelajaran yang dengan kelayakan yang tinggi [19], [32].

Struktur pada model 4-D terdiri dari 4 tahap utama yaitu: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan) dan *Disseminate* (Penyebaran). Tahap *define* dilakukan dalam rangka mengkaji permasalahan yang terjadi pada pembelajaran di kelas. Dari kajian permasalahan tersebut kemudian dapat dirumuskan kebutuhan belajar siswa untuk menunjang proses pembelajaran. Analisis awal dilakukan dengan observasi kelas dan wawancara guru mapel Kimia untuk mengetahui permasalahan dasar dan menyimpulkan kebutuhan belajar yang sesuai dengan lingkup pembelajaran jarak jauh secara *online*. Tahap *design* dilakukan dengan menyusun e-modul meliputi menyusun tes, memilih media gambar, menentukan format, menyusun tampilan e-modul menggunakan

Flip Builder sehingga menghasilkan rancangan awal produk.

Pada tahap *develop* dilakukan uji coba produk untuk mengetahui kelayakan dari produk e-modul yang dirancang. Validasi produk melibatkan 1 ahli isi, 1 ahli desain pembelajaran, dan 1 ahli media. Setelah proses validasi oleh para ahli, produk diujicobakan pada uji perorangan melibatkan 3 siswa, uji kelompok kecil dengan 9 siswa serta uji lapangan dengan 1 guru mapel Kimia dan 21 orang siswa. Untuk memperoleh data pada uji coba produk digunakan angket yang dikembangkan oleh peneliti dengan mengacu pada [33] dengan pilihan jawaban berbentuk skala *likert* 5 skala [34], [35]. Data dari angket kemudian diolah menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Skor Maksimal Ideal}} \times 100\%$$

Diadaptasi dari [36, p. 102]

Setelah diperoleh persentase kelayakan produk, hasil perolehan di konversikan pada tabel berikut:

TABEL 1

KATEGORI KELAYAKAN PRODUK	
Persentase Kelayakan	Kategori
0-20%	Sangat tidak baik
21-40%	Tidak baik
41-60%	Cukup baik
61-80%	Baik
81-100%	Sangat baik

Diadaptasi dari Riduwan [37]

Setelah diuji coba produk direvisi, tahap selanjutnya adalah tahap diseminasi. Tahap *disseminate* dilakukan dengan menggunakan rancangan e-modul pada pembelajaran di kelas. Tujuan dari tahap ini adalah menyebarkan e-modul. Pada penelitian ini e-modul diterapkan pada pembelajaran nyata di kelas selama 8 pertemuan untuk mengetahui dampak dari penerapan modul. Modul diterapkan pada satu kelas yang dipilih secara acak atau *random*. Dalam satu kelas terdapat 34 siswa. Untuk mengukur dampak penggunaan modul di kelas, siswa diukur hasil belajarnya sebelum dan setelah digunakan modul. Dari data yang diperoleh, dilakukan analisis data dengan menggunakan uji-t berpasangan atau *paired t-test* untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil belajar siswa.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan e-modul Kimia pada Materi Struktur Atom untuk kelas X SMA. Prosedur pengembangan e-modul berpedoman pada 4D *instructional design model*. Seluruh tahapan dari 4D model dilakukan dari *design* hingga *disseminate*.

Tahap *define* yang telah dilakukan menghasilkan informasi-informasi sebagai dasar dalam pengembangan modul. Pada analisis awal diketahui bahwa siswa mengalami kendala dalam penyerapan materi struktur atom pada pembelajaran *online*. Sedangkan, hasil analisis terhadap karakter siswa ditemukan bahwa siswa tidak mengalami kendala dalam pembelajaran *online* yang serba digital. Namun, motivasi belajar siswa tampak kurang karena adanya tantangan lebih dalam mempelajari materi mapel Kimia secara *online*. Pada analisis tugas dikaji kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), tujuan pembelajaran dan cakupan materi struktur atom yang dibutuhkan oleh siswa sehingga batasannya jelas dan tepat sasaran.

Tahap *design* dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan rancangan atau *draft* e-modul. Tahap ini dilakukan dengan menyusun tes dan memilih media berdasarkan hasil analisa awal dan analisa karakter siswa. kemudian dilanjutkan dengan memilih format dan menyusun desain awal atau *initial design* dengan menggunakan program pengolah kata dan *flipbuilder*. Berikut adalah tampilan antar muka dari e-modul kimia yang dirancang:



Gambar 1 Cover E-Modul

Tahap *develop* merupakan proses validasi dan ujicoba terhadap *draft* e-modul dari hasil tahap *design* yang telah dilalui. Proses validasi melibatkan 1 orang ahli materi yang secara khusus merupakan seorang dosen dengan pendidikan terakhir doktor dibidang Kimia, 1 orang ahli desain pembelajaran yaitu seorang doktor bidang Teknologi Pendidikan dan 1 orang ahli media yang juga merupakan doktor dibidang Teknologi Pendidikan.

Hasil Validasi Ahli Isi

Validasi ahli isi berfokus pada konten di dalam modul yang dinilai dari segi ahli bidang Kimia. Hasil tinjauan isi terhadap e-modul kimia pada materi struktur atom disajikan dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2 Hasil Validasi Ahli Isi

No	Aspek Kelayakan	Skor	Skor maks
1.	Materi	25	30
2.	Kebahasaan	17	20
3.	Penyajian	9	10
4.	Efek e-modul terhadap strategi pembelajaran	21	25
5.	Tampilan menyeluruh	10	10
Total Skor		82	
Rerata persentase		86,3 %	

Berdasarkan tabel 2 maka kelayakan isi E-modul kimia pada materi struktur atom memiliki persentase rata-rata sebesar 86,3%, Jika dikonversikan dengan tabel kriteria kelayakan e-modul kimia pada materi struktur atom ini berada pada kualifikasi sangat baik. Adapun saran untuk perbaikan modul dari ahli isi adalah pemberian rangkuman materi pada akhir bab.

Hasil Validasi Ahli Desain Pembelajaran

Ahli desain pembelajaran menguji kelayakan produk dari segi penyampaian pembelajaran melalui modul. Hasil validasi oleh ahli desain pembelajaran dipaparkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 Hasil Validasi Ahli Desain Pembelajaran

No	Aspek Kelayakan	Skor	Skor Maks
1.	E-modul	55	60
2.	Kebahasaan	20	25
3.	Penyajian	14	15
4.	Strategi Pembelajaran	18	20
5.	Tampilan menyeluruh	27	35
Total Skor		134	
Rerata persentase		86,5 %	

Persentase tingkat kelayakan e-modul diperoleh 86,5%. Maka, setelah dikonversikan dengan tabel kriteria kelayakan e-modul berada pada kualifikasi sangat baik. Adapun saran perbaikan dari ahli desain pembelajaran meliputi : (1) Penyajian modul hendaknya menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat berfikir siswa SMA Kelas X, yakni menggunakan bahasa yang lebih sederhana dan mudah dimengerti, (2) Spasi tulisan hendaknya diberi spasi agak besar sehingga mudah dipahami per kalimat yang dibaca, (3) Desain e-modul agar dibuat lebih teratur dan konsisten, dan (4) Warna yang dipilih dan perpaduannya agar lebih disesuaikan dan dibuat lebih menarik lagi.

Hasil Validasi Ahli Media

Ahli media menekankan tampilan e-modul sebagai fokus penilaian kelayakan. Hasil validasi oleh ahli media pembelajaran dipaparkan pada tabel 4 berikut.

TABEL 4 HASIL VALIDASI AHLI MEDIA PEMBELAJARAN

No	Aspek Kelayakan	Skor	Skor Maks
1.	Media	55	60
2.	Materi	29	30
3.	Kebahasaan	24	25
4.	Penyajian	14	15
5.	Strategi Pembelajaran	19	20
6.	Tampilan menyeluruh	33	35
Total Skor		174	
Rerata persentase		94 %	

Berdasarkan tabel 4 tersebut diperoleh rerata persentase tingkat kelayakan e-modul sebesar 94%. Jika dikonversikan dengan tabel kriteria kelayakan e-modul berada pada kualifikasi sangat baik. Adapun saran dari ahli media pembelajaran adalah perbaikan pada *cover*.

Hasil Uji Coba Perorangan

Setelah melalui uji para ahli, modul *draft I* direvisi menjadi *draft II*. *Draft II* kemudian diserahkan pada tiga orang siswa untuk diujicobakan. Indikator penilaian e-modul antara lain: (1) tampilan fisik e-modul, (2) kerangka isi pada bagian awal unit membantu anda dalam memahami isi bacaan, (3) tingkat kejelasan petunjuk pada tiap awal unit, (4) ukuran dan jenis huruf yang digunakan, (5) kejelasan tujuan pembelajaran, (6) Kejelasan paparan materi pada tiap unit, (7) tingkat kesesuaian antara gambar dan materi, (8) contoh soal yang diberikan dapat membantu memahami materi, (9) kejelasan tugas dan materi, (10) kejelasan rangkuman pada bagian akhir bab, (11) uji kompetensi pada tiap akhir bab membantu untuk mengetahui tingkat penguasaan materi tiap bab, (12) urutan penyajian materi pada tiap bab e-modul, (13) kemudahan e-modul memahami materi dan (14) e-modul dapat memotivasi belajar. Pada tabel 5 berikut disajikan hasil analisa angket dalam uji perorangan:

TABEL 5 HASIL UJI PERORANGAN

No.	Responden			Skor	Persentase %
	1	2	3		
1.	5	5	4	14	93,33
2.	4	4	5	13	86,67
3.	4	4	4	12	80,00
4.	3	5	5	13	86,67
5.	5	5	3	13	86,67
6.	4	4	3	11	73,33
7.	4	4	3	11	73,33
8.	5	4	3	12	80,00
9.	5	4	3	12	80,00
10.	2	3	3	8	53,33
11.	5	5	4	14	93,33
12.	4	4	3	11	73,33
13.	5	5	3	13	86,67
14.	4	4	4	12	80,00
Rerata persentase					80,5 %

Hasil analisa data melalui angket diketahui rerata uji perorangan mencapai 80,5%. Rerata ini berada pada kualifikasi baik. Tidak ada komentar dan saran dari siswa pada uji perorangan.

Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Setelah uji perorangan, langkah berikutnya adalah melakukan uji kelompok kecil. Responden kecil memeriksa penilaian produk pengembangan yang berupa e-modul baik *soft copy* maupun *hard copy*. Berikut hasil analisa data uji coba kelompok kecil.

TABEL 6 HASIL PENILAIAN KELOMPOK KECIL

Responden	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Skor	66	61	66	68	59	68	63	66	67
Persentase (%)	94,3	87,1	94,3	97,1	84,3	97,1	90	94,3	95,7
Skor Maksimal	70								
Rerata	92,7 %								

Hasil analisis uji kelompok kecil terhadap bahan ajar berupa e-modul dan buku modul menunjukkan rerata persentase ketercapaian buku ajar adalah 92,7% termasuk dalam kategori sangat baik.

Hasil Uji Coba Lapangan

Pada tahap uji lapangan, modul diujicobakan dengan melibatkan 21 peserta didik dan 1 orang guru Kimia. Data hasil uji coba lapangan ditampilkan pada tabel 7 berikut:

TABEL 7 HASIL UJI LAPANGAN SISWA

Re-sponden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Skor	63	61	68	67	61	60	61	63	70	69	63	69	65	63	64	61	63	62	64	66	66
Persentase (%)	90	87,1	97,1	95,7	87,1	85,7	87,1	90	98,6	90	98,6	92,9	92,9	90	91,4	87,1	90	88,6	91,4	94,3	94,3
Skor Maks	70																				
Rerata	91,8 %																				

Rerata persentase angket penilaian peserta didik terhadap e-modul dalam uji coba lapangan adalah 91,8% yang berarti e-modul berada dalam kualifikasi sangat baik. Hasil penilaian guru kimia ditampilkan pada tabel 7 berikut:

TABEL 8 HASIL PENILAIAN GURU KIMIA

No.	Komponen	Skor
1.	Kemudahan e-modul untuk menyampaikan materi	5
2.	E-modul ini dapat membuat siswa tertarik untuk mempelajari materi	5
3.	Kesesuaian E-modul dengan karakteristik siswa	4
4.	E-modul tepat digunakan guru dan siswa secara bersama dalam pembelajaran	4
Total		18
Skor Maksimal		20
Persentase		90 %

Menurut penilaian guru mata pelajaran kimia melalui angket, produk pengembangan berupa e-modul berada pada kualifikasi ketercapaian sangat baik dengan persentase 90%.

Hasil penilaian peserta didik dan guru dalam uji lapangan kemudian di rata-rata menghasilkan 90,9%. Rerata ini menunjukkan bahwa e-modul berada pada kualifikasi sangat baik, sehingga pengembang tidak melakukan revisi mengingat tidak ada saran dari guru mata pelajaran.

Uji efektifitas e-modul

Data pada uji validasi dan uji coba menunjukkan kualitas produk e-modul yang dikembangkan layak dan siap digunakan pada situasi nyata di kelas. E-modul diterapkan pada pembelajaran di kelas dengan 34 siswa, untuk mengetahui efektifitas e-modul dalam meningkatkan hasil belajar siswa. E-modul diterapkan selama delapan pertemuan. Sebelum diberikan e-modul, siswa diukur hasil belajarnya menggunakan tes dengan 10 butir pertanyaan. Kemudian setelah melalui pembelajaran dengan modul, siswa diukur hasil belajarnya untuk mengetahui adakah peningkatan hasil belajar karena penerapan e-modul. Berikut hasil analisa uji t:

TABEL 9 PAIRED SAMPLES STATISTICS

	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pretest	81	5,527	0,948
Posttest	83,5	3,440	0,590

Dari data tabel 9 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata hasil belajar siswa sebelum digunakan e-modul adalah 81. Standar deviasi yang diperoleh adalah 5,527. Sedangkan setelah melalui pembelajaran dengan menggunakan e-modul, nilai rata-rata hasil belajar siswa mengalami peningkatan menjadi 83,5 dengan standar deviasi sebesar 3,440. Secara deskriptif terdapat perbedaan pada rata-rata hasil belajar siswa. Namun, untuk mengetahui apakah perbedaan dari nilai rata-rata tersebut signifikan atau nyata perlu pengamatan lebih mendalam mengenai hasil analisa uji t berpasangan pada tabel 10 berikut ini:

TABEL 10 PAIRED SAMPLE TEST

Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	95% Confidence Interval of the Difference		Df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper		
-2,500	3,458	0,593	-4,216	-3,706	-1,294	33	0,000

Berdasarkan tabel 10, diketahui bahwa nilai signifikansi yang diperoleh dari uji t sebesar 0,000. Nilai tersebut membuktikan bahwa terdapat perbedaan rata-rata antara hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan e-modul karena 0,000 bernilai kurang dari 0,05 ($0,000 < 0,05$). Pada tabel 10 juga ditunjukkan bahwa perbedaan rata-rata berpasangan adalah -2,500 yang diperoleh dari rata-rata pretest dikurangi nilai rata-rata *posttest* (81-83,5). Nilai tersebut menunjukkan selisih perbedaannya antara -3,706 sampai -1,294. Data tabel 10 juga menunjukkan nilai t hitung yang didapatkan senilai -4,216. Nilai t hitung bernilai *negative* karena nilai rata-rata *pretest* lebih rendah dari pada nilai rata-rata *posttest*. Pada situasi ini nilai t hitung dapat bermakna positif, maka nilai t hitung adalah 4,216. Dengan mempertimbangkan nilai *degree of freedom* (Df) yaitu 33 dan nilai signifikansi 0,05, maka diperoleh nilai t hitung dari tabel distribusi t sebesar 2,0345. Maka, t hitung bernilai lebih besar dari pada t tabel ($4,216 > 2,0345$). Dengan demikian semakin memperkuat kesimpulan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata antara *pretest* dan *posttest* yang artinya terdapat pengaruh penggunaan e-modul dalam meningkatkan hasil belajar Kimia siswa pada materi struktur atom. Dengan kata lain, e-modul yang dikembangkan efektif digunakan dalam pembelajaran di kelas.

Pada penelitian ini diciptakan sebuah produk berupa e-modul kimia pada materi struktur atom untuk kelas X SMA. Modul dikembangkan berdasarkan langkah-langkah dari model 4D [31], [32]. Terdapat 4 langkah dari model 4D yang dilakukan pada penelitian ini [28]. Melalui tahapan 4D pengembangan e-modul dilakukan dari tahap pendefinisian yang meliputi analisis kebutuhan, analisis kurikulum/silabus, analisis karakteristik siswa dan analisis materi. Tahap *design* yaitu perancangan dan pembuatan e-modul. Tahap *develop* yaitu tahap pengembangan modul yang meliputi validasi ahli dan uji coba produk. Tahap *disseminate* dilakukan dengan penyebaran produk untuk diterapkan situasi pembelajaran di kelas.

Langkah-langkah pengembangan produk berdasarkan teori model 4D mulai dari tahap *define* hingga *disseminate* dilakukan secara menyeluruh. Pada tahap *define* ditemukan kendala yang dialami siswa pada pelaksanaan pembelajaran *online* yaitu pada penyerapan materi pembelajaran pada materi struktur atom. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan analisa karakter siswa bahwa siswa tidak mengalami kendala dalam menggunakan peralatan digital yang dibutuhkan dalam pembelajaran *online*. Akan tetapi, kurangnya motivasi belajar siswa karena adanya tantangan lebih dalam mempelajari materi mapel Kimia secara *online* menjadi perhatian. Analisis tugas mengkaji secara mendalam mengenai kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), tujuan pembelajaran serta ruang lingkup materi. Pengembangan produk dengan mengikuti langkah 4D model menghasilkan produk pembelajaran berupa e-modul dengan kualitas yang baik atau layak [38]–[40].

Berdasarkan hasil analisis data, produk e-modul kimia pada materi struktur atom ini layak dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran. Materi struktur atom yang berisi konsep-konsep kimia yang bersifat sangat abstrak dan perlu pemahaman tinggi [41], pada e-modul ini dapat disajikan menjadi materi yang lebih konkret dengan visualisasi gambar, video, warna yang menarik, sehingga mampu meningkatkan pemahaman siswa pada materi tersebut. Materi mapel Kimia sulit dipahami karena banyak mengandung konsep atau materi yang abstrak serta kompleks [25], [42]. Oleh karenanya siswa memerlukan arahan dalam memvisualisasikan konsep yang abstrak tersebut menjadi jelas, nyata dan dapat dengan mudah dipahami [43]. Karena pada dasarnya materi konkret lebih mudah dimengerti oleh pebelajar seperti siswa SMA.

E-modul kimia pada materi struktur atom ini layak digunakan dan dapat mendukung pembelajaran *online* karena praktis digunakan dan sesuai untuk pembelajaran *online*. Tampilan e-modul yang menarik menjadikan siswa termotivasi dalam belajar. Pemanfaatan e-modul dalam pembelajaran juga terbukti dapat meningkatkan capaian belajar Kimia siswa SMA [19]. Manfaat lain e-modul dalam pembelajaran yaitu menstimulus keterampilan berpikir kritis siswa [44]–[46].

Manfaat pengadaan e-modul salah satunya adalah mendukung belajar siswa pada pembelajaran *online* [47]–[49]. Selain itu, dengan menggunakan e-modul juga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa [50]. Ini karena siswa terbantu dengan adanya *self-instruction* pada modul yang dapat mengarahkan belajar siswa walau dengan peran guru yang terbatas. Dengan demikian e-modul dapat mendorong kemandirian siswa dalam belajar [51].

Perkembangan teknologi yang pesat telah menggeser keberadaan sumber belajar cetak dan mendorong penggunaan sumber belajar elektronik. Pemilihan penyajian bentuk sumber belajar digital, seperti e-modul memiliki kelebihan-kelebihan dibanding bentuk cetak. E-modul lebih praktis, efisien, mudah dan murah digandakan. E-modul juga bersifat interaktif karena mempermudah navigasi [52]. Selain format digital lebih

menunjang keseluruhan komponen media-media yang diperlukan di dalam sumber belajar seperti gambar bahkan audio maupun video. Adanya e-modul dapat mencakup segala keunggulan yang ada pada modul cetak. Selain terbukti efektif digunakan untuk mendukung pembelajaran *online* selama pandemi [47], [48], [53], penggunaan e-modul juga terbukti meningkatkan hasil belajar siswa [51]. Dengan demikian, pengembangan e-modul merupakan upaya yang tepat untuk meningkatkan proses pembelajaran Kimia di SMA yang dilaksanakan secara *online*.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa e-modul kimia pada materi struktur atom untuk kelas X SMA untuk meningkatkan proses pembelajaran secara *online*. Berdasarkan hasil validasi para ahli dan uji kelayakan, pengembangan e-modul kimia pada materi struktur atom setelah berhasil dikembangkan dan layak untuk diterapkan. Ahli isi menilai kelayakan e-modul sebesar 86,3 %. Ahli desain pembelajaran menilai e-modul dengan kelayakan 86,5%. Kemudian ahli media pembelajaran menilai kelayakan e-modul sebesar 94%. Dari proses uji coba e-modul dinilai 80,5% pada uji perorangan, 92,7% pada uji kelompok kecil dan 90,9% pada uji lapangan. Uji efektivitas menunjukkan bahwa e-modul secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji t berpasangan dan peningkatan nilai rata-rata hasil belajar siswa sebelum dan setelah menggunakan e-modul.

Pengembangan e-modul Kimia pada materi struktur atom merupakan sebuah solusi dalam mengatasi permasalahan pada penyerapan materi yang dialami siswa pada pembelajaran *online*. Adanya e-modul dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar alternatif oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Batasan dari penelitian ini adalah tidak mengkaji metode maupun strategi penyampaian dalam proses pembelajaran yang digunakan di kelas. Implikasi dari penelitian ini merupakan sumbangan kecil demi peningkatan kualitas pembelajaran pada mata pelajaran Kimia di tingkat SMA yang dilaksanakan secara *online*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. H. Rahmah, L. Nurlaela, M. Maspiyah, and T. Rijanto, "Pembelajaran Di Era Pandemi Covid-19: Implementasi Flipped Classroom Berbantuan Youtube Di Lembaga Pendidikan dan Keterampilan," *J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: <https://doi.org/10.29100/jipi.v6i2.2060>.
- [2] M. Adnan and K. Anwar, "Online Learning Amid the COVID-19 Pandemic: Students Perspectives," *J. Pedagog. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 45–51, 2020.
- [3] F. Firman and S. Rahayu, "Pembelajaran Online di Tengah Pandemi Covid-19," *Indones. J. Educ. Sci.*, 2020, doi: 10.31605/ijes.v2i2.659.
- [4] H. Alfiana, H. Karyono, and W. Gunawan, "Analisis Butir Tes Keterampilan Berpikir Kritis Dan Pengetahuan Prosedural Grammar Bahasa Inggris," *JINOTEP (Jurnal Inov. dan Teknol. Pembelajaran)*, vol. 8, no. 1, p. 12, 2021, doi: 10.17977/um031v8i12021p020.
- [5] R. Irawati and R. Santaria, "Persepsi Siswa SMAN 1 Palopo Terhadap Pelaksanaan Pembelajaran Daring Mata Pelajaran Kimia," *J. Stud. Guru Dan Pembelajaran*, vol. 3, no. 2, pp. 264–270, 2020.
- [6] B. Mulatsih, "Penerapan Aplikasi Google Classroom , Google Form , Dan Quizizz Dalam Pembelajaran Kimia Di Masa Pandemi Covid-19 Application of Google Classroom , Google Form and Quizizz in Chemical Learning During the Covid-19 Pandemic," *ideguru J. Karya Ilm. Guru*, vol. 5, no. 1, pp. 16–26, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal-dikpora.jogjaprovo.go.id/index.php/jurnalideguru/article/view/129>.
- [7] S. Rohimat, "Analisis Keefektifan Pembelajaran Kimia Secara Daring Di Sma Negeri 6 Kota Serang Pada Masa Pandemi Covid-19," *EDUPROXIMA J. Ilm. Pendidik. IPA*, vol. 3, no. 2, pp. 90–97, 2021, doi: 10.29100/eduproxima.v3i2.2088.
- [8] P. Akbar, "Pelaksanaan Pembelajaran Berbasis Daring pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI di SMA Negeri 1 Banuhampu," Universitas Negeri Padang, 2020.
- [9] F. Yelli, "Pelaksanaan Pembelajaran Berbasis Daring pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI di SMA Negeri 1 Banuhampu," Universitas Negeri Padang, 2021.
- [10] S. U. Farwah and E. Effendi, "Analisis Kesulitan Belajar Kimia Pada Pembelajaran Daring Dimasa Pandemi Siswa Kelas XI SMA Negeri 8 Palembang," 2021.
- [11] Y. P. Rombe, M. Murtihapsari, F. Alberta, R. Yogaswara, and P. S. Surbakti, "Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning) Secara Online Selama Pandemi Covid-19," *J. Pendidik. Kim. Undiksha*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.23887/jjpk.v5i2.38402>.
- [12] C. E. Tambunan, N. Z. Simanjuntak, and N. Susanti, "Pengembangan Website Berbasis Masalah Sebagai Media Pembelajaran Untuk Mendukung Pembelajaran Online Pada Materi Laju Reaksi," *J. Inov. Pembelajaran Kim.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.24114/jjpk.v3i1.22845>.
- [13] A. F. Z. Ikram, R. Elvia, and D. Handayani, "Pengaruh Pemanfaatan Media Presentasi Online Prezi Pada Materi Konsep Mol Terhadap Hasil Belajar Siswa," *ALOTROP J. Pendidik. dan Ilmu Kim.*, vol. 5, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.33369/atp.v5i1.16488>.
- [14] A. Lutfi, "Gamifikasi Untuk Pendidikan: Pembelajaran Kimia Yang Menyenangkan Pada Masa Pandemic Covid-19," *J. Pendidik. Kim. Undiksha*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.23887/jpk.v5i2.38486>.
- [15] L. Hirzan and M. Yuhendri, "Pengembangan E-Modul Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik untuk Pembelajaran Daring," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 142–146, 2020.
- [16] R. Utari, Y. Andayani, L. R. T. Savalas, and Y. A. S. Anwar, "Pemanfaatan Hasil Pengembangan Modul Kimia Berbasis Etnosains Untuk Menanamkan Sikap Konservasi Lingkungan di Sekolah MAN 2 Lombok Tengah," *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [17] A. A. Sabila and W. Gunawan, "21st century learning skills: The investigation of Indonesian students' perspective on the use of duolingo as language learning strategy," 2019.
- [18] H. W. Rejeki, R. Ruffi'i, and M. Subandowo, "Membangun Tindakan Laku Asertif Melalui Pengembangan Modul Teknik Soma Untuk Mencegah Dan Mengatasi Bullying," *J. Educ. Dev.*, vol. 7, no. 2, pp. 241–247, 2019.
- [19] N. S. Herawati and A. Muhtadi, "Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA," *J. Inov. Teknol. Pendidik.*, 2018.
- [20] I. Solikin, "Implementasi E-Modul pada Program Studi Manajemen Informatika Universitas Bina Darma Berbasis Web Mobile," *J. RESTI*

- (*Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi*), 2018.
- [21] T. R. L. Silaban, "Pengembangan E-Modul Pada Materi Ikatan Kimia Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMAN 5 Kota Jambi," Universitas Jambi, 2021.
- [22] M. Desiyanti, "Pengembangan e-Modul Interaktif Berbasis Mind Map Pada Materi Termokimia Untuk Siswa SMA Kelas XI," Universitas Jambi, 2020.
- [23] A. H. Putra, "Pengembangan E-Modul Berbasis Komputer Untuk Pembelajaran Kimia Materi Konsep Redoks Di Kelas X SMA," Universitas Sriwijaya, 2018.
- [24] R. Fristi, R. Linda, and J. Azmi, "Penerapan Strategi Belajar SQ4R untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Pokok Bahasan Struktur Atom di Kelas X Mia SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru," *J. Pendidik. Kim. Univ. Riau*, vol. 5, no. 1, pp. 33–38, 2020.
- [25] F. A. Sani, "Pengembangan Media Pembelajaran Teka-Teki Kimia (TTK) Berbasis Android pada Materi Struktur Atom untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA/SMK," Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [26] W. Warsih, L. A. Pohan, and U. Hasanah, "Implementasi Stad Menggunakan Modul dan Handout terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Struktur Atom," *CHEDS J. Chem. Educ. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–26, 2019.
- [27] I. N. Suardana and P. P. Juniartina, "Analisis Kebutuhan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Dasar Berbasis Inkuiri," *J. Pendidik. Mat. dan IPA*, vol. 11, no. 1, pp. 62–73, 2020.
- [28] N. Yuniarti, I. N. S. Degeng, and N. C. Sitompul, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Materi Vektor Berbasis Pembelajaran Elektronik," *Edcomtech*, vol. 5, no. 2, pp. 162–169, 2020.
- [29] H. Alfiana, "Peningkatan Model SAMR serta Penerapannya untuk Pembelajaran Online yang Mendalam," *J. Inov. Teknol. Pendidik.*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.21831/jitp.v8i1.42026>.
- [30] M. D. Gall, W. R. Borg, and J. P. Gall, *Educational research: An introduction*. Longman Publishing, 2003.
- [31] S. Thiagarajan, S. D. Semmel, and I. M. Semmel, "Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook," *ERIC*, 1974.
- [32] Y. Hanggara and R. N. Aini, "Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan Kontekstual pada Materi Lingkaran untuk Siswa Kelas VIII Smpn 11 Bintan," *JIPMat*, vol. 5, no. 2, pp. 240–247, 2020, doi: 10.26877/jipmat.v5i2.3962.
- [33] N. A. Fatirul, *Metode Penelitian dan Pengembangan: Kajian Tahapan Penelitian dan Pengembangan*. Surabaya: CV. Zifatama Jawara, 2018.
- [34] R. Likert, "A Technique for the Measurement of Attitudes," *Arch. Psychol.*, 1932.
- [35] A. Joshi, S. Kale, S. Chandel, and D. K. Pal, "Likert scale: Explored and Explained," *Br. J. Appl. Sci. & Technol.*, vol. 7, no. 4, p. 396, 2015.
- [36] D. A. Fatirul, A. N., & Walujo, *METODE PENELITIAN & PENGEMBANGAN (Kajian Tahapan Penelitian & Pengembangan)*. Surabaya: Jakad Publishing, 2018.
- [37] Riduwan, *Skala Pengukuran dan Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta, 2016.
- [38] R. Nugroho, M. Mustaji, and S. Suhanadji, "Development Learning Tools with CTL Approach for Elementary School Students," in *2nd International Conference on Education Innovation (ICEI 2018) Development*, 2018, vol. 212, pp. 137–141.
- [39] I. P. Leksono and S. R. Fitriati, "Development of Mathematic Learning Set Based On Pedagogical Content Knowledge to Improve Mathematics Problem Solving Ability," *J. Medives J. Math. Educ. IKIP Veteran Semarang*, vol. 5, no. 1, pp. 159–170, 2021.
- [40] A. E. Mursanti, A. N. Fatirul, and H. Hartono, "Pengembangan Bahan Ajar Dasar Tata Rias Wajah untuk Mahasiswa Prodi Pendidikan Vokasional Kesejahteraan Keluarga (PVKK) Tata Rias," *Edcomtech*, vol. 5, no. 1, pp. 76–87, 2020.
- [41] N. Hikmah, N. Saridewi, and S. Agung, "Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa," *EduChemia (Jurnal Kim. dan Pendidikan)*, vol. 2, no. 2, p. 186, 2017.
- [42] I. Helys and L. Andriyani, "Pengembangan Bahan Ajar pada Materi Kesetimbangan Kimia Berorientasi Multipel Representasi Kimia," *J. Tadris Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 104–108, 2017.
- [43] H. Apriani, F. Rizkiana, and Y. Khairunnisa, "Pengembangan Lembar Kerja Siswa IPA SMP Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Zat dan Karakteristiknya," *Quantum J. Inov. Pendidik. Sains*, vol. 11, no. 2, pp. 135–148, 2020.
- [44] R. Sujanem and I. N. P. Suwindra, "Efektivitas E-Modul Sukaberma dalam Uji Coba Terbatas untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMAN 2 Singaraja," 2020.
- [45] P. M. Nikita, A. D. Lesmono, and A. Harijanto, "Pengembangan E-modul Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA kelas XI," *J. Pembelajaran Fis.*, vol. 7, no. 2, pp. 175–180, 2018.
- [46] D. Wahyuni, M. Sari, and H. Hurriyah, "Efektivitas E-Modul Berbasis Problem Solving Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik," *Nat. Sci. J. Penelit. Bid. IPA dan Pendidik. IPA*, vol. 6, no. 2, pp. 180–189, 2020, doi: <https://doi.org/10.15548/nsc.v6i2.1709>.
- [47] M. V. Sadago, "Penggunaan e-modul sebagai media pembelajaran daring dalam menunjang minat belajar siswa kelas IX," Universitas Pelita Harapan, 2020.
- [48] S. Prihatiningtyas and M. W. Tijanuddarori, "Media Interaktif E-Modul Biologi Materi Virus Sebagai Pendukung Pembelajaran Daring di MAN 3 Jombang," *JoEMS (Journal Educ. Manag. Stud.)*, vol. 4, no. 3, pp. 1–8, 2021.
- [49] D. S. Retnosari and L. Hakim, "E-Modul Interaktif Perbankan Syariah Sebagai Bahan Ajar Alternatif dalam Menunjang Perkuliahan Daring Mahasiswa," *J. Penelit. dan Pengemb. Pendidik.*, vol. 5, no. 2, pp. 206–214, 2021.
- [50] M. A. Prayitno, N. Wijayanti, and S. Mursiti, "Penerapan Modul Kimia Berpendekatan Chemoentrepreneurship untuk Meningkatkan Kecakapan Hidup dan Motivasi Belajar," *J. Educ. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: <https://doi.org/10.15294/jise.v6i2.13951>.
- [51] R. Linda, Z. Zulfarina, M. Mas'ud, and T. P. Putra, "Peningkatan Kemandirian dan Hasil Belajar Peserta Didik melalui Implementasi E-Modul Interaktif IPA Terpadu Tipe Connected Pada Materi Energi SMP/MTS," *Pendidik. Sains Indones.*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i2.19012>.
- [52] M. W. A. Pramana, I. N. Jampel, and K. Pudjawan, "Meningkatkan Hasil Belajar Biologi melalui e-modul Berbasis Problem Based Learning," *J. Edutech Undiksha*, vol. 8, no. 2, pp. 17–32, 2020.
- [53] Y. S. W. E. Arini, W. Gunawan, and M. Subandowo, "Pengembangan Modul IPA Terapan Berbasis Problem Based Learning untuk Mendukung Pembelajaran Mandiri di SMK," *Educ. J. Teknol. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, 2021.