

E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS *NATURE OF SCIENCE* (NoS) PERKEMBANGAN TEORI ATOM GUNA MENINGKATKAN LEVEL KOGNITIF LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

Singgih Oka Wardhana, Shabrina Nabilah, Annisa Putria Dewitasari, Rusly Hidayah
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya

e-mail: singgih.18046@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Pada abad ke-21 pendidikan berorientasi sains wajib menekankan literasi sains. Penelitian ini menyajikan hasil dari e-modul interaktif berbasis *nature of science* (NoS) yang telah dikembangkan berdasar validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan 4D yang meliputi tahap *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Metode ini telah disesuaikan dengan tujuan penelitian sehingga hanya sampai tahap *Develop*. Hasil validitas e-modul yang dikembangkan pada setiap komponennya, yaitu: isi, literasi sains, NoS, bahasa, dan penyajian mendapatkan kategori sangat valid. Hasil dari kepraktisan pada setiap komponennya, yaitu: isi, literasi sains, NoS, motivasi, dan penyajian mendapatkan kategori sangat praktis. Hasil keefektifan berasal dari soal tes literasi yang digunakan untuk menguji pengetahuan kognitif, didapatkan nilai N-gain yang bervariasi yaitu 0,7 pada tingkat kognitif *Low*; 0,7 pada tingkat kognitif *Medium*; dan 0,8 pada tingkat kognitif *High*.

Kata kunci: Literasi sains, *Nature of Science*, e-modul, kognitif.

Abstract

In the 21st century, science-oriented education must emphasize scientific literacy. This study presents the results of an interactive e-module based on the nature of science (NoS) developed based on validity, practicality, and effectiveness. This study uses the 4D development method with the stages are Define, Design, Develop and Disseminate. This method has been adapted to the research objectives so that it only reaches the Develop stage. The results of the developed e-module validity for each of its components, such as content, scientific literacy, NoS, language, and appearance, are categorized as very valid. The results of the e-module practicality of each component, such as content, scientific literacy, NoS, motivation, and appearance, are categorized as very practical. The results of the e-module effectiveness obtained from the literacy test questions used to test the cognitive knowledge of students with varying N-gain values, namely 0.7 at a low cognitive level; 0.7 at a medium cognitive level; and 0.8 at a high cognitive level.

Key words: *scientific literacy, Nature of Science, e-module, cognitive*

PENDAHULUAN

Sains dan Teknologi di abad 21 mengalami perkembangan sangat cepat. Perkembangan ini berhubungan dengan kualitas dan Sumber Daya Manusia (SDM) yang dapat mengelola ilmu pengetahuan [1]. Program yang telah diterapkan oleh pemerintah untuk meningkatkan potensi SDM adalah “Merdeka Belajar” yang artinya

pendidik maupun peserta didik diberikan kebebasan belajar dan berinovasi secara kreatif dan mandiri. Kemandirian belajar untuk peserta didik dapat dilatihkan dengan cara pemberian bahan ajar. Bahan ajar merupakan berbagai sumber belajar yang mampu membantu pendidik untuk memberikan perubahan perilaku yang diinginkan dalam individu peserta didik [2]. Di samping itu, untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dapat

menggunakan berbagai bahan ajar [3]. Bahan ajar yang dapat melatih individu belajar secara mandiri dan mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah modul [4] [5].

Modul merupakan bagian dari bahan ajar yang dibuat dengan sistematika tertentu sehingga mampu dipakai oleh individu tanpa bantuan orang lain [6]. Penjelasan lain dari modul yaitu bagian dari bahan ajar dengan susunan sistematika tertentu berdasar kebutuhan kurikulum yang dipergunakan, dikemas dalam unit pembelajaran kecil, dan peserta didik mampu belajar secara mandiri [5]. Modul yang diintegrasikan dengan teknologi dinamakan modul elektronik yang menyediakan berbagai tampilan interaktif sehingga dapat menambah motivasi dan meningkatkan daya tarik untuk belajar [7]. E-modul yang dikembangkan harus berisikan materi, metode, batasan, serta evaluasi yang rancangannya harus memenuhi sistematikanya dan bersifat menarik sehingga peserta didik dapat mencapai ketuntasan materi dan dapat mengevaluasi hasil belajar secara mandiri berdasar tingkat kompleksitasnya [8]. E-modul dapat menyajikan gambar, animasi, video, audio, tautan, dan navigasi sehingga peserta didik mampu megkonstruksi materi yang dirasa sulit dan abstrak.

Kimia merupakan mata pelajaran yang abstrak. Persepsi peserta didik terhadap pelajaran kimia yang konsepnya bersifat abstrak dan sulit dipahami umumnya dikarenakan peserta didik kurang dapat berpikir secara kreatif [9]. Keabstrakan suatu konsep dapat menyebabkan kesulitan dalam memahami materi dan miskonsepsi [10], disamping itu banyak kesulitan yang dialami peserta didik dalam belajar kimia dikarenakan kurangnya rasa minat dan motivasi peserta didik. Permasalahan tersebut dapat disebabkan oleh banyak faktor seperti kurangnya menggunakan media belajar yang interaktif, pembelajaran yang monoton, dan pendidik kurang menekankan fenomena alam dalam proses pembelajaran pada materi kimia.

Ilmu kimia berisi ilmu yang membahas suatu materi, struktur, sifat dan

reaksi-reaksi suatu zat. Bahasan tersebut erat hubungannya dengan kehidupan sehari-hari [11]. Namun, berdasarkan berbagai faktor yang telah disebutkan dan persepsi dari diri peserta didik yang beranggapan bahwa kimia adalah ilmu yang abstrak sehingga mereka kesulitan dalam belajar kimia. Materi 22kimia yang dirasa abstrak dan susah dipahami oleh peserta didik adalah perkembangan teori atom.

Materi perkembangan teori atom dirasa abstrak karena peserta didik kurang mampu memvisualisasikan partikel-partikel penyusun atom serta harus dapat memahami berbagai teori atom yang telah dikemukakan oleh ilmuwan. Rizawayani (2017) menyatakan bahwa peserta didik kesusahan untuk membedakan jenis teori perkembangan atom karena dirasa hampir sama [12], salah satu penyebabnya yaitu disamping materi ini mempunyai banyak bahan bacaan ditambah minat literasi peserta didik yang rendah sehingga mereka hanya membaca tanpa mengkonstruksi sebuah konsep. Pada kurikulum 2013 materi perkembangan teori atom diterapkan pada kelas X semester gasal sehingga menjadi tantangan bagi peserta didik yang masih berpikir dalam ranah konkret.

Pembelajaran perkembangan teori atom umumnya dilakukan dengan *teacher-centered learning* dan metode ceramah, sehingga peserta didik bersifat pasif. Metode ini kurang baik dilakukan karena guru mendominasi dalam transfer ilmu, ditambah lagi apabila cara penyampaian guru membosankan maka rasa keingintahuan dan motivasi peserta didik dalam belajar akan turun dan mereka tidak akan memperhatikan sama sekali.

Proses pembelajaran ini bertolak belakang dengan yang sudah diwajibkan dalam kurikulum 2013 yang mana menekankan pada penggunaan pendekatan saintifik dalam proses belajar mengajar. Pada dasarnya pendekatan saintifik dirancang khusus untuk membangkitkan keaktifan peserta didik dalam mengaitkan konsep atau hukum melalui proses mengamati, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik

kesimpulan dan mengomunikasikan konsep ataupun hukum yang telah diperoleh [13]. Terdapat lima langkah dalam penerapan pendekatan saintifik menurut Kemdikbud (2016), kelima langkah tersebut yaitu: mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, dan mengomunikasikan [14].

Pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran sangat bagus saat dikombinasikan dengan model pembelajaran *Nature of Science* (NoS), karena praktik pedagogik dalam NoS mewadahi peserta didik dalam membaca, berdiskusi, belajar secara mandiri, melakukan percobaan, menganalisis data, dan menguji kemampuan yang telah didapatkan.

Prinsip pembelajaran NoS hakikatnya melibatkan banyak konsep kompleks seperti filosofi, sosiologi, *historis* suatu pengetahuan yaitu suatu cara mengetahui, menilai, dan meyakini hal-hal yang menjadi sifat pengetahuan ilmiah. Lederman, dkk (2002) menyatakan bahwa NoS tidak lepas dengan sifat empiris, kreatif, imajinatif, dan keterkaitannya antara sains dan sosial budaya [15].

Praktik pedagogik dalam pembelajaran NoS terdapat 6 tahapan, yaitu: *background readings*, *case study discussions*, *inquiry lessons*, *inquiry labs*, *historical studies*, dan *multiple assessments* [16]. Tahap *background readings* peserta didik dituntut untuk membaca berbagai buku, artikel, dan bahan bacaan yang menjadi jembatan penghubung dengan materi yang akan dipelajari. Tahap *case study discussion* menekankan peserta didik untuk berdiskusi dan mengajukan pendapatnya atas pengetahuan yang sudah diperoleh. Pada tahap *inquiry lesson* peserta didik dituntut untuk belajar materi dari sumber primer. Kegiatan praktikum dilakukan pada tahap *inquiry labs* yaitu untuk menguji kebenaran dari pengetahuan yang telah didapatkan dari tahap sebelumnya. Tahap *historical studies* adalah kegiatan untuk peserta didik dalam mengasosiasi serta mengomunikasikan data. Tahap yang terakhir adalah *multiple assessment* yaitu peserta didik diuji melalui sebuah

tes soal yang berhubungan dengan materi yang telah dipelajari.

Kombinasi antara pendekatan saintifik dengan model pembelajaran berbasis *nature of science* (NoS) akan memberikan hasil yang sangat bagus untuk peserta didik. Akan tetapi, salah satu permasalahannya adalah rendahnya kemampuan literasi yang dimiliki oleh peserta didik, khususnya literasi sains. Literasi sains menurut *Programme for International Student Assessment* (PISA) bukan hanya sebatas kemampuan membaca melainkan sebagai kemampuan yang dimiliki oleh peserta didik dalam memanfaatkan ilmu sains, mengidentifikasi sebuah pertanyaan, menarik kesimpulan berdasar fenomena-fenomena yang ada, dengan tujuan untuk mengambil sebuah keputusan untuk memecahkan permasalahan yang telah dilakukan oleh aktivitas manusia terhadap alam [17]. Ditambah lagi, literasi sains merupakan kemampuan dalam memahami hubungan antar ilmu alam, teknologi, sosial, dan lingkungan [18].

Berdasar penelitian *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) terkait kemampuan literasi yaitu melalui PISA, Indonesia menempati urutan 74 dari 79 negara yang terlibat dengan perolehan nilai dibawah standar yaitu 396 dari 489 dalam literasi sains. Umumnya, kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih menempati level 2. Penelitian yang dilakukan oleh Fadilah dan Hidayah (2020) memperkuat permasalahan tersebut, bahwa nilai literasi sains peserta didik hanya sebesar 15.06 yang mana masuk kategori sangat rendah [19].

Permasalahan ini harus segera di atasi karena kemampuan literasi sains merupakan fokus dalam pembelajaran sains di abad 21 [20]. Upaya yang dapat diterapkan dalam meningkatkan kemampuan literasi sains adalah dengan implementasi bahan ajar yang interaktif, penggunaan model, dan teknik pengajaran yang berlangsung di ruang kelas. E-modul merupakan bahan ajar yang dapat meningkatkan kemampuan literasi peserta didik karena bersifat interaktif, disamping itu juga dapat melatih peserta didik belajar tanpa bantuan pengajar. Penelitian yang

dilakukan oleh Setiawan, dkk (2017) e-modul berbasis *local-wisdom natural science* dapat menaikkan kemampuan literasi sains peserta didik pada setiap level kognitif [20]. Model pembelajaran yang berpotensi untuk meningkatkan kemampuan literasi sains adalah *nature of science* karena dalam praktik pedagogiknya terdapat kesempatan bagi peserta didik untuk membaca, berdiskusi, mengumpulkan data, mengasosiasi, dan mengomunikasikan.

Berangkat dari paparan tersebut, diperlukannya penelitian untuk mengembangkan e-modul interaktif perkembangan teori atom berbasis *nature of science* (NoS) untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik.

METODE

Pengembangan e-modul interaktif berbasis *nature of science* perkembangan teori atom menggunakan model pengembangan dari Thiagarajan yaitu 4D [21]. Terdapat 4 tahapan dalam model pengembangan ini, yaitu: *define, design, develop, dan disseminate*. Tetapi, dilakukan tahap uji coba terbatas. Uji coba terbatas diberikan kepada 15 peserta didik kelas XI SMA Negeri 03 Sidoarjo yang dilakukan dengan desain *One Group Pretest-Posttest Design*. Pengembangan e-modul interaktif perkembangan teori atom ini ditinjau berdasar validitas, kepraktisan, dan keefektifan.

Hasil validasi diperoleh melalui lembar validasi berdasar perhitungan skala Linkert [22].

Tabel 1. Skala Linkert

Skor	Penilaian
1	Tidak Baik
2	Kurang
3	Cukup
4	Baik
5	Sangat Baik

Hasil penilaian validator dipersentasikan untuk mengetahui kelayakannya dengan menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

P : Persentase kelayakan

f : Jumlah skor total

N : Jumlah skor maksimal

Hasil persentase yang diperoleh, selanjutnya diinterpretasikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Skor Validitas

Persentase (%)	Kriteria
0 – 20	Sangat kurang valid
21 – 40	Kurang valid
41 – 60	Cukup Valid
61 – 80	Valid
81-100	Sangat valid

Media pembelajaran dapat dikatakan valid apabila persentase pencapaian $\geq 61\%$ [22].

Penilaian kepraktisan diperoleh melalui lembar respon peserta didik dan untuk mendukungnya digunakan lembar observasi pembelajaran. Data kepraktisan diperoleh melalui skala Guttman [22].

Tabel 3. Skala Guttman

Pernyataan	Nilai/Skor
Ya	1
Tidak	0

Hasil penilaian respon dipersentasikan untuk mengetahui kelayakannya dengan menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

P : Persentase jawaban

f : Jumlah skor jawaban responden

N : Jumlah skor maksimal responden

Hasil persentase yang diperoleh, selanjutnya diinterpretasikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Interpretasi Skor Kepraktisan

Persentase (%)	Kriteria
0 – 20	Sangat kurang praktis
21 – 40	Kurang praktis
41 – 60	Cukup praktis
61 – 80	Praktis
81-100	Sangat praktis

Media pembelajaran dapat dikatakan praktis apabila persentase pencapaian $\geq 61\%$ [22].

Keefektifan diperoleh melalui hasil nilai *pretest* dan *posttest* soal literasi sains. Soal literasi sains berjumlah 13 soal dengan bentuk uraian yang diadopsi berdasarkan komponen-komponen yang terdapat dalam dokumen PISA 2018 [17]. Indikator yang diukur dalam soal ini adalah level kognitif yang berupa *Low, Medium, dan High*. Terdapat 2 soal yang

masuk dalam tingkat kognitif *Low*, 5 soal masuk dalam tingkat kognitif *Medium*, dan 6 soal masuk dalam tingkat kognitif *High*. Untuk menghitung nilai literasi sains menggunakan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik dianalisis menggunakan rumus N-gain skor, sebagai berikut:

$$(g) = \frac{\% [Sf) - \% (Si)]}{[100\% - \% (Si)]}$$

(g) : peningkatan hasil belajar

(Sf) : rata-rata *posttest*

(Si) : rata-rata *pretest*

Hasil nilai N-gain skor, diinterpretasikan menurut Tabel 5.

Tabel 5. Interpretasi Skor N-Gain Skor

Nilai (g)	Kriteria
$(g) \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > (g) \geq 0,3$	Sedang
$(g) < 0,3$	Rendah

E-modul dikatakan efektif dan layak digunakan apabila peningkatan tes literasi yang diukur berdasar nilai N-gain $\geq 0,3$ dan berada dalam kategori sedang [23].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan bahan ajar e-modul interaktif berorientasi *nature of science* (NoS) pada materi perkembangan teori atom yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik telah diimplementasikan melalui uji coba terbatas dan telah didapatkan berbagai data yang diperlukan. Data yang telah didapatkan dianalisis untuk menentukan kelayakan e-modul yang dikembangkan berdasar validitas, kepraktisan, dan keefektifan.

Validitas

Validitas e-modul yang dikembangkan didapatkan dari hasil validasi dari tiga validator yang ahli dibidangnya yaitu: dosen ahli media, dosen kimia, dan guru kimia SMA. Proses validasi harus dilakukan sebelum dilakukan uji coba terbatas.

Validitas e-modul yang dikembangkan dibagi menjadi validitas isi dan validitas konstruk [24]. Validitas

isi terdiri dari kesesuaian komponen yang melandasi produk, sedangkan validitas konstruk merupakan keterkaitan antara komponen pada produk yang dikembangkan. E-modul yang dikembangkan mengandung beberapa komponen, yaitu; isi, literasi sains, *nature of science* (NoS), bahasa, dan penyajian. Hasil validasi dari setiap komponen tercantum dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi E-modul

Komponen	Persentase (%)	Kategori
Isi	96	Sangat valid
Literasi sains	91	Sangat valid
<i>Nature of Science</i> (NoS)	88	Sangat valid
Bahasa	84	Sangat valid
Penyajian	90	Sangat valid

Berdasar Tabel 6, e-modul interaktif yang dikembangkan dapat disimpulkan bahwa setiap komponen e-modul masuk dalam kategori sangat valid dan layak di uji coba secara terbatas. Komponen bahasa mendapatkan nilai terendah karena dalam e-modul yang dikembangkan masih terdapat kata-kata yang kurang umum untuk peserta didik yang baru belajar kimia.

Penilaian terhadap komponen isi mencakup berbagai kriteria seperti kesesuaian materi terhadap kurikulum yang digunakan yaitu K13, kesesuaian materi terhadap indikator kompetensi maupun kesesuaian terhadap tujuan pembelajaran. Materi yang terdapat dalam e-modul yang dikembangkan mencakup perkembangan teori atom, isi dari materi tersebut dirujuk berdasar Permendikbud Nomor 37 Tahun 2018. Materi yang disajikan dalam e-modul yang dikembangkan lebih mendekati kepada fenomena-fenomena yang terjadi di alam, sehingga keinginan tahu dan motivasi peserta didik akan meningkat serta hasil lebih lanjut akan meningkatkan daya belajar terhadap materi tersebut. Motivasi dan keinginan tahu peserta didik akan meningkatkan hasil belajarnya [25].

Kriteria penilaian terhadap komponen literasi mencakup beberapa aspek, seperti: 1) menuntut peserta didik untuk membaca, 2) menuntut peserta didik untuk menjelaskan fenomena, 3) menuntut peserta didik untuk mengaplikasikan materi terhadap kehidupan sehari-hari, dan 4) menuntut peserta didik untuk menyimpulkan dan memberikan solusi terhadap suatu permasalahan. Aspek tersebut dimaksudkan karena kemampuan literasi bukan hanya kemampuan peserta didik dalam membaca akan tetapi bagaimana peserta didik setelah membaca akan dapat mengambil inti sari dari bahan bacaan, menyimpulkan, dapat menggunakannya dalam kehidupan sehari-hari, dan dapat memecahkan masalah berlandaskan sains.

Penempatan aspek-aspek penilaian literasi tersebar merata dalam praktik pedagogik *nature of science* (NoS). Aspek dalam menuntut peserta didik dalam membaca dapat ditemukan pada tahap *background readings* yang pada tahap tersebut disediakan bahan bacaan yang memancing pemahaman peserta didik pada sub materi yang akan dipelajari. Aspek dalam menjelaskan fenomena dapat ditemukan pada tahap *case study discussion*, karena pada tahap tersebut peserta didik dituntut untuk berdiskusi terhadap permasalahan yang telah didapatkan pada kegiatan pembelajaran sebelumnya dan diminta untuk menjawab penyebab terjadinya permasalahan tersebut. Aspek ini juga dapat ditemukan pada tahap *inquiry labs*, dan *inquiry lesson*.

Tahap *inquiry labs* dan *historical studies* lebih menekankan kemampuan peserta didik dalam cara penyelesaian masalah dan cara berkomunikasi. Karena, dalam tahap *inquiry labs* peserta didik dituntut untuk membuat suatu prosedur percobaan sederhana terhadap permasalahan yang diberikan, proses pembuatan prosedur tersebut dapat dijadikan latihan bagi peserta didik sebelum menyelesaikan masalah di lingkungan masyarakat. Tahap *historical studies* peserta didik diminta mengomunikasikan informasi

telah didapatkan selama proses pembelajaran.

Tahap *multiple assessment* dilakukan untuk menguji pemahaman konsep yang telah didapatkan oleh peserta didik melalui implementasi praktik pedagogik model pembelajaran NoS. Peserta didik diberikan soal literasi sains khususnya pada materi perkembangan teori atom. Peserta didik dapat dikatakan paham akan konsep ketika nilai yang didapatkan di atas KKM yang diberikan yaitu 78 [26].

Penyajian bahasa dalam e-modul yang dikembangkan sebisa mungkin peserta didik dapat memahaminya, karena kemudahan bahasa dapat memengaruhi pemahaman peserta didik terhadap suatu materi [27]. Penyajian e-modul yang dikembangkan terbagi menjadi dua kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran pertama lebih menekankan kepada proses penemuan partikel penyusun atom yaitu melalui teori atom Dalton, Rutherford, dan J. J. Thomson. Kegiatan pembelajaran kedua lebih menekankan kepada cara menentukan keberadaan partikel penyusun atom terutama elektron. Maka, pada tahap ini menyajikan teori perkembangan atom menurut Bohr, dan Mekanika Kuantum.



Gambar 1. (a) Kegiatan Pembelajaran 1 dan (b) Kegiatan Pembelajaran 2.

Pada setiap kegiatan pembelajaran dilengkapi rangkuman, latihan soal, kunci jawaban, serta cara penilaian. Hal ini dimaksudkan supaya peserta didik dapat tuntas dalam setiap

kegiatan pembelajaran dan dapat mengukur kemampuannya sendiri.

Kepraktisan

Data untuk kelayakan kepraktisan e-modul yang dikembangkan diperoleh dari lembar respon peserta didik dan ditambahkan lembar observasi pembelajaran sebagai lembar pendukung yang diperoleh dari observator yang mengamati dan menilai aktivitas peserta didik pada saat uji coba terbatas. Hasil kepraktisan dari setiap komponen dapat dilihat dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Kepraktisan E-modul

Komponen	Persentase (%)	Kategori
Isi	91%	Sangat praktis
Literasi sains	92%	Sangat praktis
Motivasi	90%	Sangat praktis
Penyajian	91%	Sangat praktis

Berdasarkan persentase hasil kepraktisan terhadap e-modul yang dikembangkan pada setiap komponennya masuk ke dalam kategori sangat praktis. Komponen motivasi mendapatkan persentase terendah dikarenakan rata-rata peserta didik merasa terbebani saat menggunakan e-modul secara mandiri dan juga penambahan fenomena hanya dimasukkan dalam tahap *background readings* dan tidak dalam semua tahapan.

Arsyad (2006) menyatakan bahwa salah satu manfaat praktis dari media belajar adalah dapat meningkatkan dan mengarahkan peserta didik untuk belajar secara individu [28]. E-modul yang dikembangkan dalam memotivasi belajar peserta didik sudah sangat bagus, hal ini dibuktikan dengan persentase hasil respon peserta didik dan ditambah dengan hasil lembar observasi pembelajaran yang menyebutkan bahwa pada saat pembelajaran menggunakan e-modul ke-15 peserta didik yang dijadikan sampel terlihat senang, fokus pada e-modul, dan aktif dalam bertanya.

Aspek penilaian dalam komponen motivasi meliputi: 1) apakah e-modul meningkatkan minat baca, 2) apakah dapat meningkatkan rasa senang

saat menggunakan e-modul, 3) apakah e-modul membuat penasaran dalam belajar perkembangan teori atom, 4) apakah e-modul dapat membuat peserta didik berperan aktif, dan 5) apakah e-modul menjadikan beban dalam proses belajar mengajar.

Pada komponen penyajian aspek penilaian meliputi kemudahan penggunaan, kemudahan dan kejelasan bahasa, serta penambahan bahan-bahan sebagai sumber interaktif seperti: video, tautan, animasi, maupun gambar. Aspek yang dinilai pada komponen literasi sains seperti: 1) membantu peserta didik dalam bekerja secara berkelompok, 2) membantu mengomunikasikan data ilmiah, 3) mampu dalam menginterpretasikan data, 4) membantu dalam merancang prosedur percobaan, dan 5) membantu dalam menyelesaikan permasalahan secara ilmiah.

Persentase yang didapat pada komponen penyajian dan literasi sains masuk dalam kategori sangat praktis, serta didukung dengan hasil observasi pada saat proses pembelajaran. Pada saat pertemuan pertama peserta didik diminta untuk melakukan percobaan listrik statis sederhana. Respon yang dihasilkan peserta didik sangat positif mereka dapat merancang percobaan sederhana hingga mengomunikasikan data yang diperoleh. Keaktifan dan peningkatan rasa keingintahuan pada peserta didik dapat meningkatkan hasil belajarnya [28].

Proses uji coba terbatas e-modul yang dikembangkan menggunakan praktik pedagogik dari NoS. Penggunaan praktik pedagogik ini dimaksudkan supaya kemampuan literasi sains peserta didik meningkat [29]. Kemampuan literasi sains bukan hanya kemampuan membaca melainkan kemampuan dalam menarik kesimpulan berdasar fenomena dan memecahkan suatu permasalahan, dengan menerapkan enam praktik pedagogic dari NoS maka peserta didik akan terlatih kemampuan literaisainsnya.

Beberapa fitur yang dapat meningkatkan literasi peserta didik adalah 1) penyajian fenomena alam yang berhubungan dengan sub materi pada tahap *background readings*, yaitu:

keberadaan dan fungsi electron dalam menghantarkan listrik, unsur penyusun kerangka virus, dan terbentuknya warna pada kembang api. 2) sesi diskusi pada tahap *case study discussions*, dimana peserta didik harus dapat menyelesaikan permasalahan yang diberikan, seperti: pengaruh elektron terhadap pembentukan warna, penyebab balon dapat menarik rambut setelah digosokkan pada kain wol, dan partikel yang bekerja pada balon tersebut. 3) terdapat komponen interaktif di dalam e-modul yang dikembangkan seperti video percobaan sinar katoda, animasi model atom dari setiap ilmuwan, gambar pendukung, dan penyajian berita-berita terkini yang berhubungan dengan sub materi.

Fitur-fitur tersebut akan dapat menumbuhkan minat dan motivasi belajar peserta didik, sehingga peserta didik akan terus mencari informasi dari berbagai sumber yang relevan, dan hasil akhir yang didapat adalah dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik disamping itu kemampuan literasi peserta didik juga akan meningkat.

Keefektifan

Data kelayakan keefektifan e-modul yang dikembangkan didapatkan melalui lembar *pretest* dan *posttest*. Soal yang diujikan berupa uraian dengan jumlah 13 soal. Pembuatan soal literasi sains diadopsi dari dokumen PISA 2018 dalam domain pengetahuan yang menggandung aspek konten, prosedural, dan epistemik [17].

Pengetahuan konten berdasar PISA 2018 merujuk kepada pengetahuan mengenai materi seperti: fisika, biologi, kimia, matematika, komputer, dan kebumihan. Pada pembuatan soal literasi sains yang diujikan merujuk pada ilmu kimia dengan materi perkembangan teori atom. Soal yang diujikan pada pengetahuan konten berisikan konsep-konsep perkembangan model atom, hubungan teori atom Dalton dengan hukum dasar kimia, proses penemuan partikel penyusun atom, hubungan perpindahan elektron dengan teori atom Bohr, dan menjelaskan kedudukan elektron berdasar teori Mekanika gelombang.

Pada dasarnya pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan yang menjadi standar penyelidikan ilmiah karena berfungsi sebagai pengumpul data, analisis, dan interpretasi data [30]. Soal dengan tipe pengetahuan prosedural yang diujicobakan berupa penentuan variabel percobaan, pembuatan prosedur percobaan, dan interpretasi data yang didapatkan.

Pengetahuan epistemik merupakan pengetahuan tentang konstruk dan aspek yang terdapat dalam ilmu sains seperti penyusunan hipotesis, pengumpulan teori dan data pendukung, dan pembenaran hasil data yang didapat. Soal dengan tipe epistemik yang diujicobakan berupa membenarkan pernyataan tentang partikel elektron, menganalisis hasil percobaan terhadap penemuan partikel penyusun inti atom, serta mengidentifikasi data hasil percobaan.

Soal literasi sains yang diujikan, dianalisis menggunakan nilai N-gain skor. Hasil penilaian *pretest* dan *posttest* dapat dilihat dalam tabel 7.

Tabel 7. Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Tingkat kognitif	N-gain skor	Kriteria
Low (L)	0,7	Sedang
Medium (M)	0,7	Sedang
High (H)	0,8	Tinggi

Berdasar tabel hasil *pretest* dan *posttest* didapatkan bahwa tingkat kognitif penyelesaian soal dikatakan meningkat dengan kategori sedang pada soal dengan tingkat kognitif *Low*, kategori sedang pada soal dengan tingkat kognitif *Medium*, dan kategori tinggi pada soal dengan tingkat kognitif *High*.

Peserta didik yang dapat menyelesaikan soal dengan tingkat kognitif *Low* berarti Ia hanya dapat melakukan prosedur satu langkah maksudnya yaitu hanya dapat mengingat fakta, istilah, prinsip. Pada saat peserta didik sudah dapat menyelesaikan soal dengan tingkat *Medium*, berarti Ia sudah mampu dalam mengaplikasikan pengetahuan konseptual untuk mendeskripsikan atau menjelaskan suatu fenomena ilmiah, memilih prosedur yang tepat, mengorganisir dan menafsirkan data

sederhana. Ketika peserta didik sudah dapat menyelesaikan soal dengan tingkat kognitif *High* berarti Ia sudah dapat menganalisis informasi, mensintesis atau mengevaluasi bukti, membenarkan data, dan mengembangkan rencana untuk menyelesaikan permasalahan.

Hasil yang didapatkan dari tabel 7 terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik terhadap soal dengan tingkat kognitif *Low*, *Medium*, dan *High* dikatakan meningkat yang ditandai dengan nilai N-gain skor < 3 [23]. Nilai tersebut menandakan bahwa e-modul yang dikembangkan dapat meningkatkan tingkat kognitif literasi sains peserta didik.

SIMPULAN

Berdasar hasil pembahasan, e-modul yang dikembangkan dikatakan sangat valid dengan persentase validitas sebesar 96% pada komponen isi, 91% pada komponen literasi sains, 88% pada komponen *nature of science* (NoS), 84% pada komponen bahasa, dan 90% pada komponen penyajian. E-modul juga dikatakan sangat praktis karena pada komponen isi e-modul mendapatkan persentase sebesar 91%, untuk komponen literasi sains, mendapatkan persentase hasil sebesar 92%, untuk persentase motivasi mendapatkan persentase hasil sebesar 90%, dan untuk komponen penyajian mendapatkan persentase sebesar 91%. E-modul yang dikembangkan dikatakan efektif dapat dilihat dari peningkatan nilai N-gain skor yaitu 0,7 pada tingkat kognitif *Low*; 0,7 pada tingkat kognitif *Medium*; 0,8 pada tingkat kognitif *High*, dengan kategori tinggi. Dengan begitu, e-modul yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan kognitif literasi sains peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asrofiyah & Sukarmin, 2012. The Development of Bilingual Interactive E-Book With Contextual Teaching and Learning Oriented on Electrolysis Sub Topic. *Unesa Journal of Chemical Education*, vol 1, no 1, pp. 35-40.
2. Nurdin, S. & Adriantoni, 2016. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
3. Sugiyono, E. I., 2014. Pengembangan Bahan Ajar Menyimak Berbasis Multimedia Interaktif dalam Model Belajar Mandiri untuk Sekolah Menengah Pertama. *Seloka: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, vol 3, no 2, pp. 83-89.
4. Dori, Y. J., Dangur, V., Avargil, S. & Peskin, U., 2014. Assessing Advanced High School and Undergraduate Students' Thinking Skills: The Chemistry From the Nanoscale to Microelectronics Module. *Journal of Chemical Education*, vol 91, no 9, pp. 1306-1317.
5. Retno, A. T. P., Saputro, S. & Ulfa, M., 2018. *Properness Test: Development of an Inquiry-Based Learning Module to Improve Science Literacy in Thermochemistry Subject*. East Java, indonesia, AIP Conference Proceedings.
6. Pratowo, A., 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif : menciptakan metode pembelajaran yang menarik dan menyenangkan*. Yogyakarta: Diva Press.
7. Bakri, F., Mulyati, D. & Nurazizah, I., 2018. Website E-Learning Berbasis Modul: Bahan Pembelajaran Fisika. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, vol 3, no 1, pp. 90-95.
8. Imansari, N. & Sunaryatiningsih, I., 2017. Pengaruh Penggunaan E-Modul Interaktif terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Materi Kesehatan dan Keselamatan Kerja. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol 2, no 1, pp. 11-16.
9. Murtiningrum, E., Ashadi & Mulyani, S., 2013. Pembelajaran Kimia dengan Problem Based Solving Menggunakan Media E-Learnong dan Komik Ditinjau dari Kemampuan Berpikri Abstrak dan Kreativitas Siswa. *Jurnal Inkuiri*, vol 2, no 3, pp. 288-301.
10. Zulkarnian, A., Kadaritna, N. & Tania, L., 2015. Pengembangan E-Modul Teori Atom Mekanika Kuantum Berbasis WEB dengan Pendekatan Saintifik. *Jurnal Pendidikan dan*

- Pembelajaran Kimia*, vol 4, no 1, pp. 222-235.
11. Sirhan, G., 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, vol 4, no 2, pp. 2-20.
 12. Rizawayani, Sari, S. A. & Safitri, R., 2017. Pengembangan Media Poster pada Materi Struktur Atom di SMA Negeri 12 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, vol 5, no 1, pp. 127-133.
 13. Sufairoh, 2016. Pendekatan Saintifik & Model Pembelajaran K-13. *Jurnal Pendidikan Profesional*, vol 5, no 3, pp. 116-125.
 14. Kemdikbud, 2016. *Materi Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Kemdikbud.
 15. Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F. Bell, R. L. & Schwartz, R. S., 2002. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, vol 39, no 6, pp. 497-521.
 16. Wenning, C. J., 2006. A Framework for Teaching the Nature of Science. *Journal Physics Teacher Education Online*, vol 3, no 3, pp. 3-10.
 17. OECD, 2019. *PISA 2018 Assesment and Analytical Framework*. Paris: PISA, OECD Publishing.
 18. Yuenyong, C. & Narjaikaew, P., 2009. Science Literacy and Thailand Science Education. *International Journal of Environmental & Science Education*, vol 4, no 3, pp. 335-349.
 19. Fadhilah, R. A. N. & Hidayah, R., 2020. *Profil Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Materi Reaksi Reduksi Oksidasi dan Implementasi LKPD Berorientasi Blanded Learning SMA*. Surabaya, Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK) 2020.
 20. Setiawan, B., Innatesari, D. K., Sabtiawan, W. B. & Sudarmin, 2017. Development of Local Wisdom-Based Natural Science Module to Improve Science Literation of Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, vol 6, no 1, pp. 49-54.
 21. Thiagarajan, S., Semmel, D. S. & Semmel, M. I., 1974. *Intruactional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington: Indiana University.
 22. Riduwan, 2015. *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
 23. Hanke, R., 1998. Interactive Engagment Versus Traditional Methods: A Thausand Student Survey of Mhecanics Test Data for Introductory Physics Course. *American Journal Physics*, vol 66, no 1, pp. 64-74.
 24. Nieveen, N., 1999. *Prototype to Reach Product Quality*. Dordrecht: Kluwer Acedemic Publisher.
 25. Yudanti, N., A., & Premono, S., 2021. Hubungan Antara Minat dan Motivasi Terhadap Hasil Belajar pada Pembelajaran Block System Proses Industri Kimia. *JTC-RE: Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, vol 3, no 1, pp. 10-17.
 26. Kemdikbud, 2017. *Panduan Penilaian oleh Pendidik dan Satuan Pendidikan untuk Sekolah Menegah Atas*. Jakarta: Direktorat Manajemen Pendidikan Dasar dan Menegah.
 27. Zamariah, M., 2016. Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Bahasa Indonesia dengan Penerapan Program Remedial Tutor Sebaya pada Siswa Kelas VI SDN 2 Metro Barat Tahun Pelajaran 2009/2010. *Iqro'*, vol 1, no 2, pp. 89-108.
 28. Arsyad, A., 2006. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
 29. Khery, Y. et al., 2018. Gagasan Model Pembelajaran MOBILE-NO S untuk Peningkatkan Literasi Siswa. *"Hydrogen" Jurnal Pendidikan Kimia*, vol 6, no 1, pp. 44-55.
 30. Roberts, R., Gott, R. & Glaesser, J., 2010. Student Approaches to Open-Ended Science Investigation: The Importance of Substantive and Procedural Understanding. *Research Paper in Education*, vol 25, no 4, pp. 377-407.