

## Pengembangan Bahan Ajar Berbasis RADEC untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Sains

**Farhan Baehaki**

Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Kesehatan, Institut Kesehatan Rajawali  
[farhanbaehaki71@gmail.com](mailto:farhanbaehaki71@gmail.com)

**Ni'matul Murtafi'ah**

Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Kesehatan, Institut Kesehatan Rajawali  
[nimatul.murtafiah@yahoo.co.id](mailto:nimatul.murtafiah@yahoo.co.id)

**Liah Kodariah**

Program Studi DIII Analisis Kesehatan, Fakultas Kesehatan, Institut Kesehatan Rajawali  
[liahkdrh@gmail.com](mailto:liahkdrh@gmail.com)

***Abstract:** 21st-century skills have become standard in graduate profiles designed by the government, including for prospective Medical Laboratory Technologists (ATLM). One of the skills that the government focuses on is developing literacy skills. Therefore, this research aims to develop RADEC-based teaching materials that can facilitate the development of literacy skills for prospective ATLM students. The research method used is Development & Validation whose steps consist of 1) literature review; 2) construction; and 3) Improvement. The development was carried out by involving 20 students from the Medical Laboratory Technology Study Program. The instruments used in the data collection process were expert validation sheets and readability test sheets. The research results show that teaching materials have very good validity (>80% suitability) in facilitating the development of scientific literacy skills. Therefore, the teaching materials developed can be implemented in lectures.*

***Keywords:** RADEC; Teaching materials; Scientific literacy.*

### PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan upaya untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia, meliputi aspek kognitif, sikap/karakter, dan keterampilan (Julaeha, 2019; Sukmadinata, 2006). Peningkatan kualitas sumber daya manusia ini harus terus dilakukan mengikuti perkembangan zaman dengan terus melakukan inovasi pada rancangan kurikulum. Hal ini pun menjadi focus pengembangan pendidikan pada bidang kesehatan, salah satunya adalah bidang teknologi laboratorium medik. Kompetensi abad 21 tersebut dapat membantu mahasiswa teknologi laboratorium medik untuk dapat menyelesaikan permasalahan di bidangnya serta masyarakat.

Untuk memenuhi tantangan abad 21 ini, mahasiswa perlu diajarkan cara berfikir kolaboratif, keterampilan berfikir kreatif, analitis, dan praktis (Ad'hiya & Laksono, 2018; Handayani et al., 2019; Jackson & Sambo, 2020; Pratama et al., 2019; Schuler et al., 2018; Tulljanah & Amini, 2021). Dengan cara tersebut maka mahasiswa akan mampu mengembangkan fakta dan konsep serta memecahkan masalah yang dihadapi di masyarakat. Akan tetapi, studi pendahuluan menunjukkan bahwa proses belajar yang berjalan tidak mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan abad 21 tersebut. Pembelajaran yang berjalan cenderung pasif, dimana mahasiswa hanya memperhatikan dan mencatat materi yang disampaikan oleh dosen. Hal ini juga menjadi

permasalahan bagi dosen di bidang kesehatan untuk menciptakan suasana kelas yang aktif dan menyenangkan. Hasil survey yang telah dilakukan menunjukkan fakta bahwa pasifnya mahasiswa dalam proses belajar mengajar dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu 1) mahasiswa sudah terbiasa dengan cara belajar konvensional; 2) mahasiswa tidak memahami apa yang disampaikan oleh dosen; dan 3) pengetahuan awal mahasiswa terkait materi sangat minim. Dari ketiga faktor tersebut, tampaknya faktor ketiga merupakan faktor utama. Minimnya pengetahuan awal mahasiswa menyebabkan mereka kesulitan dalam menangkap materi yang disampaikan (Harso et al., 2021). Mereka masuk ke dalam kelas seperti kertas kosong yang hanya siap untuk menulis bukan mengkonfirmasi apa yang sudah ditulis.

Maka dari itu, peningkatan pengetahuan dan pemahaman awal perlu dilakukan, salah satunya dengan meningkatkan keterampilan literasi sains mahasiswa. Literasi sains adalah kemampuan untuk memahami konsep inti, prinsip ilmu pengetahuan, bernalar secara ilmiah, menghubungkan masalah dengan ilmu pengetahuan atau ide-ide sains, memahami proses sains, dan menafsirkan informasi ilmiah sehingga dapat digunakan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Fananta, 2017; Firman, 2007; Jannah et al., 2019; Kim, 2019; Pambudi, 2018; Putriana, 2018; Rachmawati et al., 2018; Rahmania et al., 2015). Mahasiswa yang memiliki keterampilan literasi ilmiah yang baik akan mampu mengidentifikasi pendapat ilmiah yang valid, melakukan penelusuran literatur yang efektif, memahami elemen-elemen desain penelitian dan bagaimana dampaknya terhadap temuan/kesimpulan (Adeleke & Joshua, 2015; Jannah et al., 2019; Kim, 2019; Rahmania et al., 2015; Smith et al., 2013). Dengan kemampuan ini, mahasiswa akan mampu melakukan pembelajaran mandiri sebelum perkuliahan dilaksanakan.

Untuk dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan tersebut, maka diperlukan suatu bahan ajar yang dapat menjadi pemandu bagi mahasiswa, salah satunya adalah bahan ajar berbasis RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, dan Create). RADEC merupakan suatu model pembelajaran yang terbagi menjadi dua kegiatan, yaitu kegiatan pra perkuliahan (Read dan Answer) dan kegiatan perkuliahan di kelas (Discuss, Explain, dan Create) (Handayani et al., 2019; Pratama et al., 2019; Tulljanah & Amini, 2021). Pada model ini, pengembangan keterampilan literasi sangat dimungkinkan, dimana pada kegiatan pra perkuliahan mahasiswa akan melakukan eksplorasi referensi secara mandiri untuk mampu menjawab permasalahan yang diberikan (Sopandi, 2017; Sopandi & Handayani, 2019). Sedangkan pada kegiatan perkuliahan, mahasiswa akan dilatih untuk mengaitkan setiap konsep yang telah dipelajari sebelumnya untuk menjawab pertanyaan pada pra-perkuliahan. Dengan demikian, proses diskusi di kelas akan menjadi lebih hidup karena mereka sudah memiliki pengetahuan yang cukup sebelum melakukan pembelajaran di kelas.

Materi yang dapat menunjang pelaksanaan pengembangan kemampuan literasi ini adalah materi tentang kromatografi gas. Materi ini merupakan salah satu bahan kajian pada mata kuliah Instrumentasi yang menjadi salah satu kompetensi yang diperlukan oleh mahasiswa ATLM. Pada materi ini, terdapat aspek-aspek konsep yang konkret dan abstrak serta kompleks, sehingga diperlukan pemahaman dan penggalian data/referensi yang baik. Berdasarkan hal itu, maka peneliti akan melakukan penelitian tentang pengembangan bahan ajar berbasis RADEC pada materi Gas Chromatography untuk meningkatkan keterampilan literasi sains mahasiswa ATLM

## METODE

Berdasarkan tahapan penelitian yang dijabarkan oleh Aydın & Ubuz (2015), Rubach & Lazarides (2021), Sahin et al. (2015), Setiyani et al. (2020), dan Setiyani et al. (2020), prosedur yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu kajian literatur, konstruksi, dan perbaikan. Tahap 1 pada penelitian ini adalah melakukan Analisis Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), kajian tentang literasi sains dan indikatornya, kajian tentang RADEC, dan kajian materi tentang *Gas Chromatography*. Dari hasil kajian diperoleh indikator pencapaian yang mengintegrasikan tahapan dalam model RADEC dengan indikator Literasi Sains. Indikator yang telah dikembangkan ini dijadikan dasar untuk mengkonstruksi bahan ajar. Rancangan bahan yang dibuat pada tahap ini dinamakan dengan Draf 1.

Pada tahap 2 dilakukan evaluasi draf 1 oleh pakar tentang isi atau konten bahan ajar. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk mengetahui validitas isi (*content validity*) dan kekurangan-kekurangan dari bahan ajar yang telah dibuat, ditinjau dari segi konten dan kesesuaian konsepnya. Kegiatan ini dilakukan oleh para pakar dengan mengisi lembar *judgement* yang berisi pernyataan tentang produk yang dikembangkan (draf 1). Para pakar juga diminta untuk memberikan komentar dan masukannya sehingga informasi yang didapatkan akan lebih lengkap untuk digunakan sebagai dasar dalam perbaikan rancangan. Rancangan hasil perbaikan yang didasarkan pada masukan para ahli dinamakan dengan Draf 2.

Selanjutnya dilakukan uji keterbacaan pada struktur kalimat bahan ajar melalui pengisian lembar uji keterbacaan. Uji keterbacaan dilakukan oleh 20 orang mahasiswa program studi Teknologi Laboratorium Medik. Uji keterbacaan ini

dilakukan untuk mengetahui kejelasan atau tingkat kemudahan bahan ajar dalam mengkomunikasikan materi. Pada lembar uji keterbacaan, mahasiswa diminta untuk mengevaluasi kalimat-kalimat yang digunakan pada bahan ajar. Mereka juga diminta untuk memberikan tanggapannya tentang kalimat yang digunakan pada bahan ajar untuk informasi dalam perbaikan selanjutnya. Rancangan bahan ajar hasil perbaikan berdasarkan uji keterbacaan ini disebut dengan Draf 3 (final draf).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil studi literatur dan kurikulum

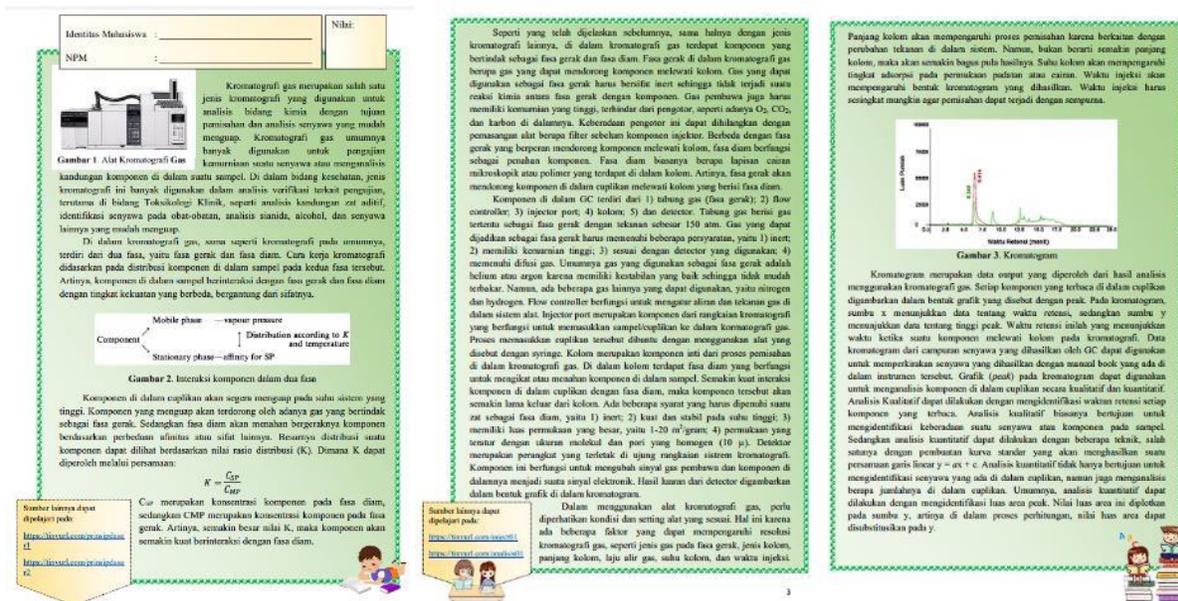
Pada tahap ini dilakukan kajian terhadap capaian pembelajaran lulusan pada kurikulum, analisis indikator kemampuan literasi sains, kajian referensi terkait model RADEC, dan materi tentang kromatografi gas. Tujuan dari tahap ini adalah diperoleh indikator capaian yang terintegrasi antara capaian pembelajaran lulusan dan literasi sains. Dari hasil kajian, diperoleh enam indikator capaian mata kuliah yang diintegrasikan dengan indikator literasi sains. Dari indikator tersebut, disusun sub-pokok bahasan yang akan dijadikan sebagai kerangka dari bahan ajar yang akan dikembangkan. Dari indikator tersebut juga disusun pertanyaan pra-perkuliahan untuk memenuhi tahapan Read & Answer pada model RADEC.

### Hasil pengembangan bahan ajar (Draf 1)

Bahan ajar yang dirancang merupakan modul instruksi kerja, dimana mahasiswa dapat menggunakannya sebagai dasar untuk memperoleh informasi dari berbagai referensi secara terarah. Di dalam bahan ajar tersebut disampaikan tujuan pembelajaran dan capaian yang diharapkan. Ada empat bagian di dalam bahan yang dirancang yang didasarkan pada sintaks model RADEC, yaitu Read, Answer, Discuss, Explain, dan Create (Pratama et al.,

2019; Siregar et al., 2020; Sopandi & Handayani, 2019; Tulljanah & Amini, 2021). Adapun embat bagian tersebut adalah 1) materi pengantar untuk membantu proses Read; 2) pertanyaan pra-perkuliahan untuk membantuk mengarahkan pada tahap Answer; 3) diskusi untuk memfasilitasi tahap Discuss & Explain; dan 4) menyimpulkan untuk tahap Create. Di dalam bahan ajar yang

dikembangkan, peneliti juga mencantumkan beberapa referensi yang direkomendasikan sebagai rujukan untuk mahasiswa melalui link website. Link ini akan mengarahkan mahasiswa ke beberapa konten yang dapat membantu memahami materi tentang kromatografi gas.



Gambar 1. Bahan ajar berbasis RADEC yang dikembangkan (Draf 1)

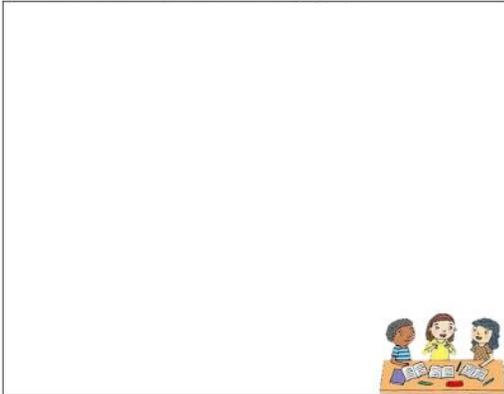
Materi yang disajikan di dalam bahan ajar merupakan materi pengantar, karena pada dasarnya, model RADEC mengharapkan mahasiswa untuk mengeksplor informasi dari berbagai referensi (Siregar et al., 2020; Sopandi, 2017; Sopandi & Handayani, 2019). Materi pengantar tersebut bertujuan untuk memberikan informasi pembuka pada setiap sub-pokok. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, paragraf 1 merupakan materi pengantar untuk mencapai indikator “Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar kerja dari kromatografi gas”. Pada paragraf 1, hanya disebutkan bahwa prinsip dasar kerjanya adalah distribusi komponen pada fasa diam dan fasa gerak. Pernyataan ini sangat umum dan banyak ditemui di berbagai

referensi sehingga mahasiswa cenderung menggunakan pernyataan tersebut sebagai jawaban. Padahal penjelasan tersebut masih hanya sebatas permukaan sehingga untuk memperoleh “poin pentingnya” diperlukan pendalaman terkait pernyataan tersebut. Untuk dapat mengeksplor informasi yang berkaitan dengan hal tersebut, maka pada bahan ajar diberikan pertanyaan pra-perkuliahan yang dapat memandu mereka menemukan informasi secara mendalam. Gambar 2 merupakan pertanyaan pra-perkuliahan yang harus dapat dijawab oleh mahasiswa agar mampu menjelaskan pernyataan tentang distribusi komponen pada dua fasa.

**Sesi 1. Tugas Pra-Perkuliahan**

Kerjakan soal-soal di bawah ini secara individu dengan mencari referensi dari berbagai sumber (jurnal, website resmi, buku, e-book, dan lainnya) yang dapat dipertanggungjawabkan!

1. Seperti yang telah dipaparkan dari beberapa sumber, bahwa prinsip dasar kerja dari kromatografi adalah distribusi komponen pada dua fasa, yaitu fasa gerak dan fasa diam. Bagaimana mekanisme yang terjadi?



Gambar 2. Tugas Pra-Perkuliahan untuk prinsip dasar kerja kromatografi gas

Jadi, tujuan pertanyaan ini tidak lagi hanya mengarah pada prinsip dasar secara umum, namun mengarahkan mahasiswa untuk menggali bagaimana mekanisme yang terjadi saat proses pemisahan di dalam kromatografi gas. Informasi ini dapat digali dari proses pengumpulan data sehingga dapat memenuhi ketercapaian indikator literasi sains, yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah.

**Hasil Uji Validitas dan Uji Keterbacaan Bahan Ajar**

Tahap selanjutnya adalah melakukan uji validitas konten dan uji keterbacaan dari Draft 1 yang telah di rancang. Uji validitas konten bertujuan untuk mengetahui kesesuaian materi ajar yang dibuat dengan indikator pencapaian (Lia et al., 2016; Sarip et al., 2022). Uji ini melibatkan lima orang validator yang terdiri dari satu orang dosen bidang pendidikan, satu orang dosen bidang kimia, dan tiga orang dosen bidang kesehatan. Pelibatan dosen pendidikan dimaksudkan untuk memperoleh penilaian rancangan ditinjau dari aspek ilmu pendidikan. Pelibatan dosen bidang kimia dimaksudkan untuk meninjau draft dari aspek bidang sains yang berkaitan, terutama dalam hal konsep di dalam kromatografi gas. Sedangkan pelibatan dosen kesehatan dimaksudkan untuk memberikan masukan dan penilaian terkait kesesuaian materi dengan pencapaian pada kurikulum yang diharapkan di bidang kesehatan. Validator melakukan validasi dengan mengisi angket yang diberikan. Adapun hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji validitas konten bahan ajar

Indikator	Hasil penilaian validator					Persentase	Saran
	1	2	3	4	5		
1	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	100%	-
2	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak sesuai	80%	Pada bahan ajar perlu ditambahkan aspek mikroskopis untuk membantu menjelaskan mekanisme yang terjadi saat proses pemisahan di dalam kolom
3	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	100%	-
4	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	100%	-
5	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak sesuai	Tidak sesuai	60%	-
6	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	100%	-

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa secara umum validator menyatakan setuju tentang kesesuaian materi dengan indikator

capaian. Meskipun ada beberapa yang menyatakan tidak sesuai. Validator 4 dan Validator 5 menyatakan bahwa materi untuk

indikator 5 belum sesuai. Validator 5 juga menyatakan bahwa ada yang belum sesuai pada indikator 2 dengan materi yang disajikan. Dari enam indikator, ternyata ada dua indikator dengan presentase di bawah 100%, yaitu indikator 2 (80%) dan indikator 5 (60%). Pada indikator 2, salah satu validator menyebutkan bahwa gambar yang diberikan belum dapat membantu menjelaskan proses yang terjadi. Oleh karena itu, validator memberikan masukan bahwa perlu ada penjelasan aspek mikroskopis pada penyajian materi tersebut. Bagaimanapun,

konsep pemisahan komponen di dalam kolom merupakan konsep yang abstrak sehingga perlu dibantu dengan pendekatan multiple representasi. Pendekatan multiple representasi ini dapat membantu mahasiswa untuk dapat memahami konsep yang abstrak sehingga menjadi lebih terlihat konkret (Isnaini & Ningrum, 2018; Sunyono & Meristin, 2018). penyajiannya tidak harus setengah-setengah. Maka dari itu, masukkan yang diberikan oleh validator berkaitan dengan improvisasi kedalaman materi pada indikator tersebut.

Tabel 2. Hasil uji validitas soal evaluasi

Indikator capaian pembelajaran	Indikator literasi sains	Nomor Soal	Hasil penilaian validator					CVR	Saran
			1	2	3	4	5		
Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar kerja dari kromatografi gas	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	1	S	S	S	S	S	1,00	Pada soal perlu diberikan semacam ilustrasi. Berangkat dari fenomena, kemudian ditarik ke dalam konsep.
Mahasiswa mampu memprediksikan proses pemisahan di dalam kromatografi gas berdasarkan sifat dari komponen	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	2	S	S	S	S	S	1,00	-
Mahasiswa mampu memahami karakteristik fasa gerak dan fasa diam di dalam kromatografi gas	Mengevaluasi dan merancang pertanyaan ilmiah	3	S	S	S	S	S	1,00	-
Mahasiswa mampu memahami proses kerja kromatografi berdasarkan komponennya/intrumennya	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	4	S	S	S	S	S	1,00	-
Mahasiswa mampu memahami pengaruh dari faktor-faktor yang mempengaruhi analisis menggunakan kromatografi gas	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	5	S	S	S	S	S	1,00	-
Mahasiswa mampu memahami cara analisis data pada kromatogram	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	6	S	S	S	S	S	1,00	-
	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	7	S	S	S	S	S	1,00	-
		8	S	S	S	S	S	1,00	Perlu ada pemaparan kasus terlebih dahulu pada soal. Sehingga mahasiswa akan terbiasa untuk mengidentifikasi

Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah

9

S S S S S

1,00

permasalahan dan data yang diberikan. Kalimat perlu disederhanakan dan data yang diberikan bisa disajikan dalam bentuk tabel agar mahasiswa lebih mudah mengidentifikasi dan memahami informasi.

Selanjutnya dilakukan uji validitas konten pada soal evaluasi yang telah dirancang. Jika dilihat dari hasil penilaian, seluruh validator menyatakan bahwa soal telah sesuai dengan indikator capaian dan indikator literasi sains yang ditentukan. Hanya saja beberapa validator memberikan masukan terkait soal yang telah di rancang. Pada soal nomor 1, validator memberikan masukan bahwa pada soal harus ada kasus atau ilustrasi masalah untuk memberikan informasi yang lebih lengkap. Selain itu, masukan juga diberikan untuk soal nomor 8 dan 9. Pada soal nomor 8, validator memberikan masukan perbaikan dimana pada soal ahrus ada pemaparan kasus, tidak langsung dalam bentuk data seperti yang telah dikembangkan. Informasi yang diberikan harus lebih lengkap. Pada soal nomor 9, validatpr lebih menyoroti pada penggunaan kalimat dan penyajian informasi pada soal yang harus lebih komunikatif. Data-data pada soal dapat disajikan dalam bentuk informasi lain, seperti tabel, sehingga kalimat instruksi dapat lebih sederhana dan mudah dipahami. Hasil penilaian dari validator ini digunakan sebagai dasar untuk dilakukannya.

Tahap selanjutnya adalah melakukan uji keterbacaan terhadap mahasiswa. Uji keterbacaan dilakukan dengan tujuan untuk menilai karakteristik dari draf yang dibuat dari aspek penggunaan bahasa dan kemudahan mahasiswa dalam memahami informasi yang diberikan (Baehaki et al.,

2016; Kusuma, 2018; Lia et al., 2016; Nurrita, 2018; Sarip et al., 2022; Sukmawati et al., 2020). Uji keterbacaan ini melibatkan 20 orang mahasiswa yang menilai karakteristik bahan ajar dari aspek penggunaan bahasa, keberfungsian gambar yang diberikan, kualitas gambar pada bahan ajar, tampilan bahan ajar, dan kemudahan mahasiswa dalam memahami instruksi di dalam bahan ajar. Selain itu, uji keterbacaan juga dilakukan terhadap soal evaluasi yang dirancang pada aspek penggunaan bahasa dan penyampaian instruksi. Adapun hasil uji keterbacaan tersebut dapat dilihat apda Tabel 3.

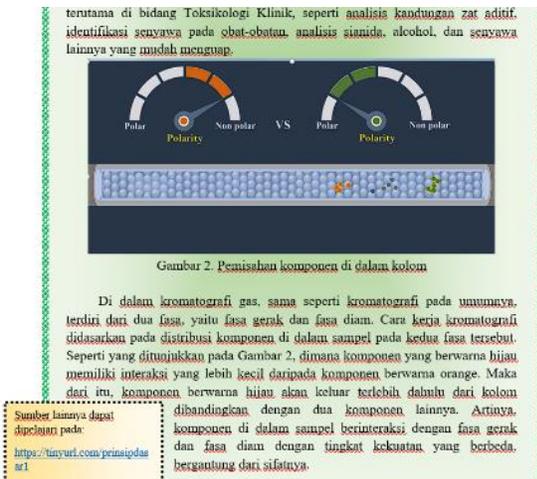
Tabel 3. Hasil uji keterbacaan bahan ajar

No	Indikator penilaian	Hasil Penilaian			Saran perbaikan
		Setuju	Kurang setuju	Tidak setuju	
1	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	100,00%	0,00%	0,00%	Perlu pengecekan kembali penggunaan bahasa agar lebih mudah dipahami
2	Gambar yang digunakan membantu dalam memahami materi	100,00%	0,00%	0,00%	
3	Gambar yang digunakan memiliki kualitas yang baik	84,21%	15,79%	0,00%	Gambar yang digunakan kurang memiliki kualitas yang baik (resolusi kurang tinggi)
4	Tampilan bahan ajar menarik (warna, tata letak, dll)	47,37%	52,63%	0,00%	Warna yang digunakan kurang menarik
5	Instruksi pada bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami	78,95%	21,05%	0,00%	Perlu diberikan tanda, seperti bold, untuk poin-poin penting pada instruksi

Dilihat dari data pada Tabel 3, tampak bahwa ada beberapa kelemahan dari bahan ajar yang telah dirancang. Kelemahan paling signifikan terlihat pada aspek tampilan bahan ajar. Sebanyak 52,63 % responden menyatakan kurang setuju terhadap tampilan bahan ajar. Secara umum, mereka memperlakukan satu hal, yaitu warna yang digunakan pada bahan ajar kurang menarik. Selanjutnya, aspek kejelasan instruksi pada bahan ajar menjadi aspek kedua terbesar, dimana sebanyak 21,05% responden menyatakan kurang setuju. Beberapa responden memberikan masukan, dimana perlu ada instruksi yang lebih jelas pada bahan ajar dan soalnya. Mereka memberikan masukan, seperti perlu adanya tanda yang dapat memberikan penekanan pada poin-poin tertentu (misalnya di tebalkan atau dimiringkan). Dan aspek terakhir yang memiliki penilaian kurang baik adalah aspek kualitas gambar. Responden merasa bahwa kualitas gambar perlu diperbaiki karena terlihat tidak fokus/blur. Hal ini ditunjukkan dengan adanya responden yang kurang setuju sebanyak 15,79%. Merujuk pada hasil tersebut, maka perbaikan akan dilakukan pada bahan ajar yang telah dirancang.

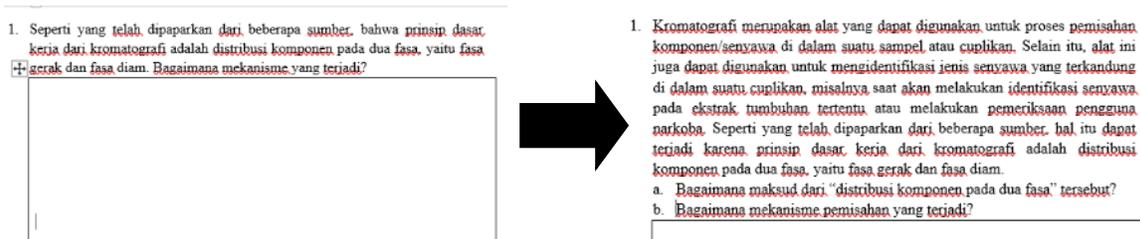
### Perbaikan bahan ajar

Tahap yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa hasil uji validitas dan uji keterbacaan dijadikan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan pada rancangan bahan ajar (Draf 1). Perbaikan secara keseluruhan dilakukan pada tata bahasa yang digunakan, kualitas gambar, perubahan warna tampilan, dan pemberian penekanan pada poin penting dengan mempertebal tulisan. Hal ini didasarkan pada masukan-masukkan pada uji keterbacaan dan validasi. Perbaikan pertama dilakukan pada materi yang berkaitan dengan prinsip dasar kerja dari kromatografi gas. Validator memberikan masukan terkait perlunya penambahan aspek mikroskopis untuk membantu mahasiswa agar dapat lebih memahami konteks materi. Maka dari itu, perbaikan dilakukan dengan menambahkan gambar mikroskopis pemisahan komponen di dalam kolom, seperti yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Perbaikan draf pada penyajian materi tentang prinsip dasar kerja kromatografi gas

Selanjutnya pada bagian soal evaluasi, beberapa masukan diperoleh dari validator.



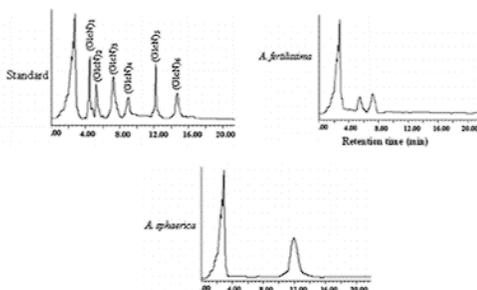
Gambar 4. Perbaikan soal nomor 1

Perbaikan selanjutnya dilakukan pada soal nomor 8 dimana validator menyoroti terkait penyajian informasi pada soal yang kurang detail. Maka dari itu, perbaikan dilakukan merujuk pada hal tersebut. Peneliti melakukan penambahan informasi yang lebih detail pada soal ini, dimana setiap gambar

Masukkan pertama diberikan pada soal nomor 1, dimana validator memberikan mengusulkan bahwa pada soal perlu diberikan semacam kasus sebagai ilustrasi yang bersifat makroskopis. Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti melakukan perbaikan dengan menambahkan beberapa informasi pada bagian soal. Dalam hal ini peneliti mengaitkan penggunaan alat kromatografi gas di dalam proses pemeriksaan narkoba atau identifikasi senyawa pada ekstrak tertentu. Pertanyaan pun lebih diuraikan menjadi dua pertanyaan terpisah, yaitu pertanyaan tentang makna dari distribusi komponen di dalam dua fasa dan mekanisme pemisahan yang terjadi. Adapun perubahan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.

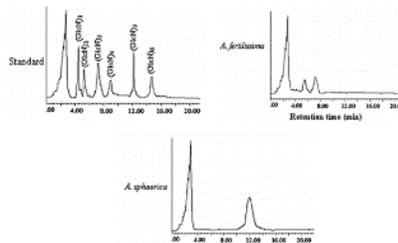
diberikan penjelasan seperti gambar kromatogram untuk larutan standar, kromatogram untuk sampel *A fertilissima* dan *A. Sphaerica*. Perubahan soal dapat dilihat pada Gambar 5.

8. Perhatikan gambar kromatogram di bawah ini!



Identifikasi komponen yang terdapat pada cuplikan A fertilissima dan A. Sphaerica dan jelaskan alasannya!

8. Perhatikan gambar kromatogram di bawah ini!



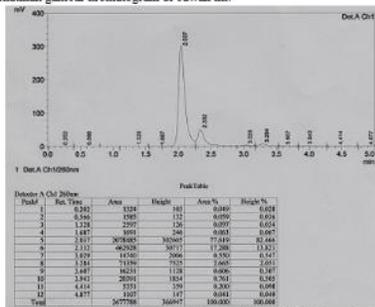
Gambar pertama merupakan kromatogram yang dihasilkan dari larutan standar. Sedangkan gambar selanjutnya adalah kromatogram yang dihasilkan dari pemeriksaan cuplikan A. fertilissima dan A. Sphaerica. Berdasarkan data pada kromatogram tersebut, lakukan identifikasi komponen apa saja yang terdapat di dalam cuplikan A fertilissima dan A. Sphaerica! Jelaskan alasannya dan pertumbuhannya!

Gambar 5. Perbaikan soal nomor 8

Perbaikan selanjutnya dilakukan pada soal nomor 9, dimana validator menyoroti cara penyampaian data yang terlihat sangat rumit. Oleh karena itu, peneliti melakukan

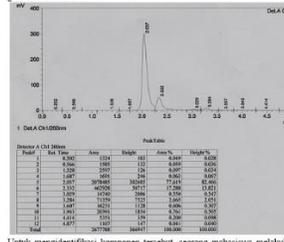
perbaikan dengan merubah cara penyajian data sebagai soal yang asalnya berbentuk uraian menjadi bentuk tabel seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.

9. Perhatikan gambar kromatogram di bawah ini!



Komponen A, B, dan C, masing-masing memiliki RT 2,037 menit, 2,333 menit, dan 3,283 menit. Pengukuran larutan standar A dilakukan dengan mengukur konsentrasi 0,1 ppm; 0,5 ppm; 1 ppm; 2 ppm; dan 3 ppm. Luas area yang dihasilkan berturut-turut 10.000; 11.500; 13.000; 15.400; dan 17.700. Dengan konsentrasi yang sama dengan larutan A, standar C menghasilkan luas area 8.000; 9.600; 11.200; 13.700; dan 16.000. Sedangkan untuk C menghasilkan 19.000; 23.000; 26.000; 28.000; dan 31.500. Tentukan masing-masing konsentrasi komponennya!

9. Suatu cuplikan diduga mengandung senyawa A, senyawa B, dan senyawa C. Hasil pengukuran cuplikan tersebut menghasilkan kromatogram seperti pada gambar di bawah ini!



Untuk mengidentifikasi komponen tersebut, seorang mahasiswa melakukan pengukuran waktu retensi dan luas area pada larutan standar A, B, dan C yang telah dibuat. Adapun hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Larutan standar	Waktu retensi (menit)	Hasil pengukuran luas area pada variasi konsentrasi larutan standar				
		0,1 ppm	0,5 ppm	1,0 ppm	2,0 ppm	3,0 ppm
A	2,037	10.000	11.500	13.000	15.400	17.700
B	2,333	8.000	9.600	11.200	13.700	16.000
C	3,283	19.000	23.000	26.000	28.000	31.500

Berdasarkan data-data tersebut, tentukan masing-masing konsentrasi komponennya menggunakan metode kurva standar!

Gambar 6. Perbaikan soal nomor 9

## PENUTUP

Dari data hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang sangat baik. Dimana pada hasil uji validitas menunjukkan nilai persentase di atas 80% kesesuaian dengan indikator oleh para pakar. Selain itu, pada hasil uji keterbacaan pun menunjukkan hasil yang baik dengan persentase 60-100%. Meskipun demikian perbaikan tetap dilakukan

berdasarkan masukan dari para responden, baik pakar ataupun mahasiswa. Maka dari itu, bahan ajar yang dikembangkan revisi kembali berdasarkan masukan dan dihasilkan bahan ajar yang lebih baik, baik dari aspek bahasa, penyampaian materi, keberfungsian gamabar, kejelasan gambar, dan lainnya. Dari karakteristik tersebut, maka bahan ajar yang dikembangkan dapat digunakan dalam perkuliahan untuk meningkatkan keterampilan literasi sains mahasiswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeleke, A. A., & Joshua, E. O. (2015). Development and Validation of Scientific Literacy Achievement Test to Assess Senior Secondary School Students' Literacy Acquisition in Physics. *Journal of Education and Practice*, 6(7), 28–42.
- Ad'hiya, E., & Laksono, E. W. (2018). Development and Validation of an Integrated Assessment Instrument to Assess Students' Analytical Thinking Skills in Chemical Literacy. *International Journal of Instruction*, 11(4), 241–256.
- Aydın, U., & Ubuz, B. (2015). The Thinking-About-Derivative Test For Undergraduate Students: Development And Validation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(6), 1279–1303. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9545-x>
- Baehaki, F., Nahadi, & Firman, H. (2016). *Pengembangan dan Validasi Tes Pilihan Ganda Berbasis Penalaran Untuk Mengukur Penguasaan Materi Kesetimbangan Kimia*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Fananta, dkk. (2017). *Materi Pendukung Literasi Sains (Gerakan Literasi Sains)*. Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan. <https://gln.kemdikbud.go.id/glnsite/wp-content/uploads/2017/10/literasi-SAINS.pdf>
- Firman, H. (2007). *Laporan Analisis Literasi Sains Berdasarkan Hasil PISA Nasional Tahun 2006*.
- Handayani, H., Sopandi, W., Syaodih, E., Suhendra, I., & Hermita, N. (2019). RADEC: An Alternative Learning Of Higher Order Thinking Skills (HOTs) Students Of Elementary School on Water Cycle. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012074>
- Harso, A., Wolo, D., & Damopolii, I. (2021). Kontribusi Pengetahuan Awal Dan Motivasi Belajar Terhadap Miskonsepsi Siswa Pada Pembelajaran Fisika. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 351. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5791>
- Isnaini, M., & Ningrum, W. P. (2018). Hubungan Keterampilan Representasi Terhadap Pemahaman Konsep Kimia Organik. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(2), 12–25. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v2i2.2637>
- Jackson, M. C., & Sambo, L. G. (2020). Health systems research and critical systems thinking: the case for partnership. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(1), 3–22. <https://doi.org/10.1002/sres.2638>
- Jannah, U. M., Rohmah, S. A., & Noor, F. M. (2019). Analisis Penerapan Pembelajaran Kimia Organik Berkonteks Isu Sosiosainstifik untuk Meningkatkan Literasi Sains Mahasiswa IPA. *THABIEA : Journal of Natural Science Teaching*, 2(1), 45. <https://doi.org/10.21043/thabiea.v2i1.5491>
- Julaeha, S. (2019). Problematika Kurikulum dan Pembelajaran Pendidikan Karakter. *Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 7(2), 157. <https://doi.org/10.36667/jppi.v7i2.367>
- Kim, K. T. (2019). The Structural Relationship among Digital Literacy, Learning Strategies, and Core Competencies among South Korean College Students. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 19(2), 3–21. <https://doi.org/10.12738/estp.2019.2.001>

- Kusuma, D. (2018). Analisis Keterbacaan Buku Teks Fisika SMK Kelas X. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 1(1).
- Lia, R. M., Udaibah, W., & Mulyatun, M. (2016). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berorientasi Etnosains Dengan Mengangkat Budaya Batik Pekalongan. *Unnes Science Education Journal*, 5(3).
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Misykat*, 3(1), 171–187.
- Pambudi, S. F. (2018). *Pengaruh Penggunaan Isu Sosio-saintifik Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Kimia dan Efikasi Diri Siswa Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non-Elektrolit*. Universitas Lampung.
- Pratama, Y. A., Sopandi, W., & Hidayah, Y. (2019). RADEC Learning Model (Read-Answer-Discuss-Explain And Create): The Importance of Building Critical Thinking Skills In Indonesian Context. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 1(2). <https://doi.org/10.29103/ijevs.v1i2.1379>
- Putriana. (2018). *Pengaruh Penggunaan Isu Sosio-saintifik Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Kimia Dan Metakognisi Siswa Pada Materi Larutan Elektrolit dan Non-Elektrolit*. Universitas Lampung.
- Rachmawati, Muljono, P., & Sitanggang, I. S. (2018). Perancangan Sistem Asesmen Literasi Informasi Berbasis Web. *Edulib*, 7(2), 46–59. <https://doi.org/10.17509/edulib.v7i2.9197>
- Rahmania, S., Miarsyah, M., & Sartono, M. (2015). Perbedaan Kemampuan Literasi Sains Siswa Dengan Gaya Kognitif Field Independent dan Field Dependent. *Biosfer*, 8(2), 27–34.
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2021). Addressing 21st-century digital skills in schools – Development and validation of an instrument to measure teachers’ basic ICT competence beliefs. *Computers in Human Behavior*, 118, 106636. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106636>
- Sahin, M., Caliskan, S., & Dilek, U. (2015). Development and Validation of the Physics Anxiety Rating Scale. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(2), 183–200.
- Sarip, M., Amintarti, S., & Utami, N. H. (2022). Validitas Dan Keterbacaan Media Ajar E-Booklet Untuk Siswa SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(1).
- Schuler, S., Fanta, D., Rosenkraenzer, F., & Riess, W. (2018). Systems thinking within the scope of education for sustainable development (ESD) – a heuristic competence model as a basis for (science) teacher education. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(2), 192–204. <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1339264>
- Setiyani, S., Putri, D. P., Ferdianto, F., & Fauji, S. H. (2020). Designing A Digital Teaching Module Based On Mathematical Communication In Relation And Function. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 223–236. <https://doi.org/10.22342/jme.11.2.7320.223-236>
- Siregar, L. S., Wahyu, W., & Sopandi, W. (2020). Polymer learning design using Read, Answer, Discuss, Explain and Create (RADEC) model based on Google Classroom to develop student’s mastery of concepts. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1), 012078.

- <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012078>
- Smith, C. D., Worsfold, K., Davies, L., Fisher, R., & McPhail, R. (2013). Assessment literacy and student learning: the case for explicitly developing students 'assessment literacy.' *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 3(1), 44–60.
- Sopandi, W. (2017). The Quality Improvement of Learning Processes and Achievements Through the Read-Answer-Discuss-Explain-and Create Learning Model Implementation. *8th Pedagogy International Seminar*, 132–139.
- Sopandi, W., & Handayani, H. (2019). The Impact of Workshop on Implementation of Read-Answer-Discuss-Explain-And-Creat (RADEC) Learning Model on Pedagogic Competency of Elementary School Teachers. *Proceedings of the 1st International Conference on Innovation in Education (ICoIE 2018)*. <https://doi.org/10.2991/icoie-18.2019.3>
- Sukmadinata, N. S. (2006). *Pengembangan Kurikulum Teori dan Praktek*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Sukmawati, W., Kadarohman, A., Sumarna, O., & Sopandi, W. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Kimia Dasar Berbasis Conceptual Change Text Pada Materi Redoks. *EDUSAINS*, 12(2), 243–251. <https://doi.org/10.15408/es.v12i2.15090>
- Sunyono, & Meristin, A. (2018). The Effect of Multiple Representation-Based Learning (MRL) to Increase Students' Understanding of Chemical Bonding Concepts. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 399–406. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.16219>
- Tulljanah, R., & Amini, R. (2021). Model Pembelajaran RADEC sebagai Alternatif dalam Meningkatkan Higher Order Thinking Skill pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar: Systematic Review. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5508–5519. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1680>