



PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PENENTUAN KONSENTRASI PROTEIN MENGUNAKAN APLIKASI COLORMETER FREE

DEVELOPMENT OF PROTEIN CONCENTRATION DETERMINATION WORKSHEETS USING THE COLORIMETER FREE APPLICATION

Ida Farida, Ida Farida dan Saepudin Rahmatullah*

*Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan PMIPA, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Jl. Cimencrang Panyileukan, Kota
Bandung, 40614, Indonesia*

**E-mail: idafaridakhan@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi pentingnya keterampilan proses sains dalam penentuan konsentrasi protein. Keterampilan proses sains dapat ditunjang oleh adanya lembar kerja dan kontribusi teknologi yang efektif dan efisien. Aplikasi ColorMeter free dapat digunakan untuk analisis protein yang berprinsip pada metode kolorimetri. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tampilan lembar kerja dan menganalisis hasil uji validasi. Lembar kerja disusun berdasarkan indikator keterampilan proses sains, yakni keterampilan mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merancang percobaan, mengamati, menerapkan konsep, menyimpulkan dan mengomunikasikan. Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan lembar kerja yaitu metode R&D. Uji validasi dilakukan dengan menggunakan angket yang berisi pernyataan tampilan lembar kerja. Hasil uji validasi yang dilakukan memperoleh nilai rata-rata r_{hitung} sebesar 0,91 dengan keterangan lembar kerja valid dan dapat digunakan sebagai pedoman praktikum.

Kata kunci: Lembar Kerja, Protein, Keterampilan Proses Sains, ColorMeter Free

ABSTRACT

This research is motivated by the importance of science process skills in determining protein concentration. Science process skills can be supported by the existence of effective and efficient worksheets and technological contributions. The free ColorMeter application can be used for colorimetric protein analysis. This study aims to describe the appearance of the worksheet and to analyze the results of the validation test. Worksheets are arranged based on indicators of science process skills, namely the skills to ask questions, formulate hypotheses, design experiments, observe, apply concepts, conclude and communicate. The research method used in the preparation of the worksheet is the R&D method. The validation test is carried out using a questionnaire that contains a worksheet display statement. The results of the validation test carried out obtained an average value of rcount of 0.91 with a valid worksheet description and can be used as a practicum guide.

Keywords: Worksheet, Protein, Science Process Skills, ColorMeter Free

1. PENDAHULUAN

Ilmu kimia diperoleh dan dikembangkan berdasarkan data teoretis dan percobaan (Sania dan Priatmoko, 2014). Pembelajaran kimia tidak hanya menitikberatkan pada produk melainkan pada penguasaan proses. Penguasaan proses tersebut membutuhkan sebuah keterampilan ilmiah yang tercakup dalam keterampilan proses sains (Laelasari dan Sari, 2016). Keterampilan proses sains dapat diperoleh dan dikembangkan melalui kegiatan praktikum, karena melalui kegiatan praktikum pembelajaran kimia akan lebih mudah dipahami (Rahmatullah dan Daniyanti, 2019).

Dalam melakukan eksperimen diperlukan adanya alat bantu yang disebut Lembar Kerja (LK). Lembar Kerja memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk memaksimalkan pemahamannya (Aisyah dkk., 2017). Selain itu, Kegiatan praktikum yang dilaksanakan dalam sebuah laboratorium memerlukan sarana dan prasarana yang memadai demi berkembangnya keterampilan proses sains dan sikap ilmiah (Maimuna dkk., 2016).

Keterbatasan sarana tersebut menyebabkan peserta didik tidak memiliki kesempatan dalam melaksanakan kegiatan praktikum sehingga upaya untuk menumbuhkan dan mengembangkan keterampilan proses sains menjadi terhambat (Emda, 2017). Salah satu kegiatan praktikum yang jarang dilakukan oleh peserta didik adalah analisis kuantitatif dengan menggunakan prinsip kolorimetri atau spektrofotometer UV-Vis (Putri dan Setiawati, 2015). Namun keberadaan spektrofotometer UV-Vis di laboratorium terhitung minim. Hal ini disebabkan karena harga satu unit instrumen spektrofotometer UV-Vis relative mahal (Sundalian dan Nugrahani, 2018).

Teknologi hadir untuk memberikan kemudahan bagi manusia dalam berbagai hal tidak terkecuali dalam dunia pendidikan (Kamelia, 2015). Salah satu teknologi yang menyediakan solusi dalam menangani masalah tersebut adalah aplikasi *ColorMeter Free* yang tersedia dalam fitur *smartphone*. Aplikasi *ColorMeter free* dapat digunakan untuk analisa kadar suatu zat yang berprinsip pada metode analisis kolorimetri (Gee *et al.*, 2017). Sebagaimana spektrofotometer UV-Vis, aplikasi *ColorMeter free* juga memanfaatkan suatu larutan berwarna dalam menentukan kadar zat yang terkandung di dalamnya dengan menggunakan prinsip pengukuran nilai RGB (*Red, Green, Blue*) (Kuntzleman dan Jacobson, 2015).

Salah satu percobaan kimia yang memanfaatkan larutan berwarna untuk analisis kuantitatif adalah uji protein (Li *et al.*, 2014). Metode yang banyak digunakan dalam analisis kuantitatif protein adalah dengan metode kjeldahl (Tahar *et al.*, 2017). Metode tersebut menetapkan kadar protein secara kasar karena ikutnya persenyawaan nitrogen yang bukan protein. Metode lain yang efektif dan lebih akurat adalah dengan metode kolorimetri (Yuniati dkk, 2015). Uji protein secara kolorimetri dapat dilakukan dengan berbagai pereaksi diantaranya biuret, bradford dan lowry. Adapun dari ketiga pereaksi tersebut yang memiliki tingkat sensitivitas tinggi adalah pereaksi lowry (Harjanto, 2017).

Analisis kadar protein dengan menggunakan uji lowry telah dilakukan oleh Yuniati dkk., (2015) dengan mengukur aktivitas enzim protease yang ditentukan berdasarkan jumlah tirosin yang dilepaskan sedangkan spesifikasinya ditentukan dengan mengukur aktivitas per miligram protein pada ekstrak kasar isolat *bacillus* sp. Penelitian terkait pun telah dilakukan oleh Harjanto (2017) yang mengukur kadar protein standar BSA (*Bovine Serum Albumin*) melalui uji lowry. Penelitian tersebut menggunakan dua tipe instrumen yang berbeda yakni spectronic 20 D+ dan spektrofotometer UV-Vis T60U. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan pengukuran pada kedua instrumen, namun perbedaan yang terlihat tidak cukup signifikan. Pada spectronic 20 D+ nilai $R^2 = 0,9927$ sedangkan pada spektrofotometer UV-Vis T60U nilai absorbansi yang diperoleh adalah $R^2 = 0,9971$.

Penggunaan aplikasi berbasis android untuk pengukuran kadar protein pada suatu sampel digunakan pada penelitian *Gee et al.*, (2017). Pada penelitian tersebut aplikasi yang digunakan cukup beragam diantaranya dengan menggunakan aplikasi *ColorMeter free* dan *RGB color picker*. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode biuret dan bradford dengan sampel protein berupa larutan brodomain. Penelitian tersebut menggambarkan keberhasilan *smartphone* dan kamera yang digunakan untuk menentukan konsentrasi sampel protein menggunakan suatu tes yang menghasilkan perubahan warna sebagai fungsi konsentrasi protein. Kemudahan penggunaan aplikasi berbasis android dalam percobaan tersebut membuat percobaan tersebut dapat dijadikan sebagai alternatif dalam analisis kadar protein.

Adapun aspek kebaruaran dalam penelitian ini terletak pada pereaksi yang digunakan yakni pereaksi lowry beserta sampel yang akan diuji yaitu protein standar BSA (*Brovine Serum Albumin*) dan kasein. Selain itu aplikasi yang digunakan pada penelitian ini bernama *colorMeter free* yang dapat digunakan sebagai alternatif dari keterbatasan instrumen spektrofotometri UV-Vis. Adapun aspek yang akan dikembangkan pada penelitian ini yaitu keterampilan proses sains meliputi keterampilan merumuskan masalah, membuat hipotesis, merancang percobaan, mengamati, menerapkan konsep, menyimpulkan dan mengomunikasikan.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan serta pembaharuan, inovasi dan solusi yang di sajikan. Maka jurnal ini bertujuan untuk mendeskripsikan produk pengembangan lembar kerja berbasis keterampilan proses sains pada penentuan konsentrasi protein melalui uji lowry menggunakan aplikasi *ColorMeter Free*.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian R&D (*Research And Development*) tipe 4-D. Metode penelitian ini terdiri dari 4 tahap yakni *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan) dan *Disseminate* (Penyebaran). Adapun pada penelitian ini tahapan yang ditempuh hanya sampai pada tahap ketiga yaitu tahap *Develop* (Pengembangan). Tujuan digunakannya metode tersebut adalah untuk menghasilkan produk berupa lembar kerja yang dapat dijadikan sebagai panduan dalam praktikum uji kuantitatif protein pada mata kuliah biokimia. Secara garis besar prosedur yang ditempuh dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap diantaranya tahap persiapan, pelaksanaan, dan penarikan kesimpulan.

Pada tahap persiapan dilakukan analisis masalah, analisis jurnal yang relevan dengan penelitian, analisis SK/KD dalam mata kuliah biokimia serta melakukan uji pendahuluan. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk menganalisis kebutuhan dalam pembelajaran terkait lembar kerja yang akan dikembangkan.

Pada tahap pelaksanaan dilakukan percobaan penentuan konsentrasi protein melalui uji lowry dengan menggunakan aplikasi *ColorMeter Free* yang mengacu pada penelitian *Gee et al.*, (2017). Percobaan dilakukan sampai memperoleh hasil yang optimum sehingga prosedur percobaan dapat diturunkan menjadi lembar kerja. Selanjutnya lembar kerja divalidasi oleh beberapa dosen ahli dalam bidang materi dan media. Hasil uji validasi kemudian dijadikan rujukan bahwa lembar kerja valid dan dapat digunakan.

Pada tahap penarikan kesimpulan dilakukan pengolahan dan analisis data yang digunakan sebagai bahan untuk menyusun laporan hasil penelitian. Laporan disusun secara sistematis dan mampu menjawab permasalahan pada penelitian.

Pengumpulan data percobaan pada penentuan konsentrasi protein diperoleh dengan menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium. Sedangkan pengumpulan data pada uji validitas lembar kerja dilakukan dengan menggunakan angket yang berisi pernyataan-pernyataan yang merujuk pada validitas lembar kerja.

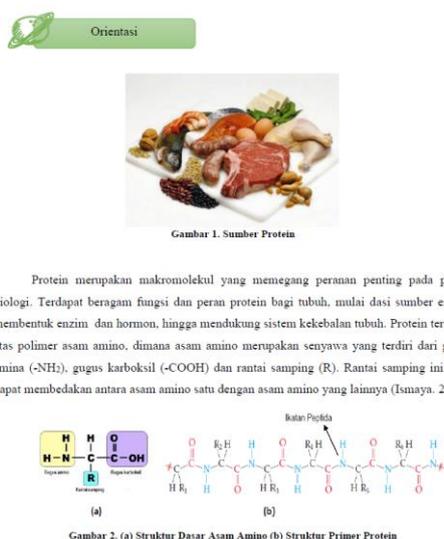
Data yang diperoleh berdasarkan uji validitas kemudian diolah dan dianalisis dengan membandingkan nilai kelayakan instrumen dengan nilai r_{kritis} . Nilai r_{kritis} pada umumnya digunakan untuk mengidentifikasi batas validitas suatu instrumen yang nilainya ditetapkan sebesar 0,30 berdasarkan penggunaan taraf kesalahan 5% (Sugiyono, 2010)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tampilan Lembar Kerja

Lembar kerja yang dirancang digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains pada penentuan konsentrasi protein melalui uji lowry menggunakan aplikasi *ColorMeter Free*. Adapun indikator keterampilan proses sains yang akan diukur pada penelitian ini adalah keterampilan mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merancang percobaan, mengamati, menerapkan konsep, menyimpulkan dan mengomunikasikan.

Halaman pertama pada lembar kerja terdapat judul percobaan, kolom identitas mahasiswa serta petunjuk penggunaan lembar kerja. Selanjutnya diberikan informasi berupa wacana dan gambar struktur protein serta kandungan protein dalam beberapa bahan pangan. Hal tersebut bertujuan agar pembaca lebih memahami maksud dan tujuan percobaan yang akan dilakukan dalam lembar kerja. Berikut tampilan tahapan orientasi yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Orientasi

Gambar 1. Sumber Protein

Protein merupakan makromolekul yang memegang peranan penting pada proses biologi. Terdapat beragam fungsi dan peran protein bagi tubuh, mulai dari sumber energi, membentuk enzim dan hormon, hingga mendukung sistem kekebalan tubuh. Protein tersusun atas polimer asam amino, dimana asam amino merupakan senyawa yang terdiri dari gugus amina (-NH₂), gugus karboksil (-COOH) dan rantai samping (R). Rantai samping ini yang dapat membedakan antara asam amino satu dengan asam amino yang lainnya (Ismaya, 2017).

Bahan Peptida

(a) Struktur Dasar Asam Amino (b) Struktur Primer Protein

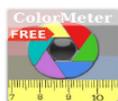
Gambar 1. Tampilan Alinea Pertama Pada Lembar Kerja

Alinea pertama pada wacana menjelaskan mengenai fungsi protein dalam pembentukan sel dalam tubuh makhluk hidup. Hal ini bertujuan untuk memberi informasi dan motivasi agar mahasiswa menyadari peran dan fungsi protein dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya dijelaskan mengenai metode-metode yang digunakan pada analisis kuantitatif protein.

Pada alinea kedua, permasalahan mulai dimunculkan yakni mengenai keterbatasan sarana dan prasarana dalam percobaan penentuan konsentrasi protein. Sedangkan pada alinea ketiga solusi mengenai permasalahan mulai ditawarkan yakni dengan menggunakan aplikasi *ColorMeter Free*. Selanjutnya ditampilkan ikon aplikasi *ColorMeter Free* yang bertujuan agar mahasiswa dapat mengakses aplikasi yang dimaksud. Berikut tampilan pada alinea kedua dan ketiga pada lembar kerja.

Penentuan konsentrasi atau kadar protein merupakan proses yang rutin dilaksanakan dalam mata kuliah biokimia. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam rangka penentuan konsentrasi protein diantaranya : uji biuret, bradford, lowry dan lain sebagainya. masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Namun metode yang dianggap memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi adalah metode lowry. Uji lowry merupakan sebuah metode hasil perkembangan dari metode biuret, yang mana analisis metode lowry ini berprinsip pada pengukuran kadar zat secara kolorimetri yakni dengan menggunakan alat spektrofotometer (Yuniati *et al.*, 2015).

Keberadaan alat canggih tersebut terkadang menimbulkan kendala karena harga alat yang relatif mahal, sehingga penentuan kadar zat secara kuantitatif sering tidak dilaksanakan. Salah satu cara alternatif untuk mengatasi keterbatasan alat tersebut adalah dengan menggunakan aplikasi pada *smartphone* untuk menentukan kadar atau konsentrasi zat larutan berwarna (hasil reaksi protein dan reagen lowry) (Gee *et al.*, 2017). Aplikasi yang dimaksud tersebut bernama *ColorMeter free* yang tersedia pada *google play store* dan dapat diunduh secara cuma-cuma (Kuntzleman & Jacobson, 2015).



Gambar 3. Logo Aplikasi *ColorMeter Free*

Gambar 2. Tampilan Alinea Kedua dan Ketiga Pada Lembar Kerja

Alinea keempat dalam wacana menampilkan persamaan yang digunakan untuk menentukan konsentrasi protein dengan prinsip kolorimetri. Tampilan pada alinea keempat dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.

Aplikasi *ColorMeter free* dapat mendeteksi serapan cahaya pada larutan sampel protein dengan memunculkan nilai RGB (*Red, Green, Blue*) yang kemudian nilai R nya dapat digunakan untuk menentukan absorbansi dengan persamaan di bawah ini:

$$A_R = -\log \left(\frac{R}{R_0} \right)$$

Ket : A = Absorbansi,
 R_0 = Intensitas sinar yang masuk, (nilai R blanko aquadest)
R = Intensitas sinar yang diteruskan pada sampel

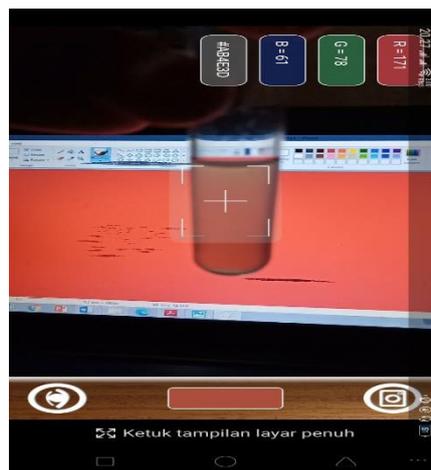
Gambar 3. Tampilan Alinea Keempat Pada Lembar Kerja

Kemudian pada alinea kelima terdapat petunjuk perancangan prosedur percobaan namun tidak dijelaskan secara terperinci. Hal ini bertujuan agar mahasiswa mampu merumuskan prosedur percobaan secara mandiri (Aisyah *et al.*, 2017). Adapun tampilan alinea kelima pada lembar kerja dapat dilihat sebagai berikut.

Percobaan ini diawali dengan pembuatan larutan blanko aquadest untuk kemudian diukur nilai R_0 nya. Tahap kedua dilanjutkan dengan pembuatan larutan kasein dan albumin dengan konsentrasi 0,025%, 0,05%, 0,075%, 0,1% dalam 10 ml larutan. Setiap sampel larutan protein dimasukkan dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 1 ml kemudian direaksikan dengan reagen lowry B sebanyak 1 ml dan reagen lowry A sebanyak 0,5 ml kemudian pada setiap penambahan reagent sampel dalam tabung reaksi harus dihomogenkan dan didiamkan selama 5 menit. Setelah itu dilakukan proses pengukuran dengan menggunakan aplikasi *ColorMeter Free* sampai diperoleh persamaan garis lurus ($y = ax + b$) dari kurva standar antara konsentrasi dengan absorbansi larutan kasein. Hasil absorbansi dari larutan yang tidak diketahui konsentrasinya kemudian disubstitusikan pada persamaan garis lurus yang telah dibuat sebelumnya.

Gambar 4. Tampilan Alinea Kelima Pada Lembar Kerja

Aplikasi *ColorMeter Free* mempunyai prinsip kerja yang sama dengan spektrofotometer UV-Vis dalam menentukan konsentrasi suatu zat. Yaitu dengan menentukan penyerapan dan penggunaan cahaya dalam mengubah nilai absorbansi menjadi nilai konsentrasi zat berwarna. Pada aplikasi *ColorMeter Free* nilai absorbansi diperoleh dari perhitungan nilai RGB (*Red, Green, Blue*). (Kuntzleman dan Jacobson, 2015). Tampilan aplikasi *ColorMeter Free* dalam menentukan nilai RGB dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Tampilan Aplikasi ColorMeter Free dalam Menentukan Nilai RGB Suatu Obyek

Aspek pertama dalam Keterampilan Proses Sains adalah keterampilan mengajukan pertanyaan. Mengajukan pertanyaan sering diistilahkan dengan keterampilan merumuskan masalah. Pada tahap perumusan masalah mahasiswa dituntut untuk mengajukan pertanyaan yang relevan dengan fenomena yang disajikan dalam lembar kerja. Menurut Aisyah dkk., (2017) keterampilan ini memiliki korelasi dengan motivasi belajar mahasiswa. Hal tersebut terjadi karena sikap sungguh-sungguh dalam belajar tercipta dari rasa ingin tahu yang tinggi.

Pada tahap merumuskan masalah mahasiswa diinstruksikan untuk merumuskan dugaan sementara atau jawaban sementara dari rumusan masalah yang telah dibuat. Tahap ini umumnya menekankan mahasiswa dalam menciptakan serangkaian langkah untuk memecahkan rumusan permasalahan secara terperinci. Sebagaimana Dewi dkk., (2017) mengatakan bahwa keterampilan merumuskan hipotesis berhubungan dengan keterampilan mencipta.

Keterampilan merancang percobaan dapat dilihat pada saat mahasiswa menuliskan tujuan, prinsip, alat dan bahan, serta prosedur yang ditempuh dalam melakukan percobaan. Pada tahap ini

mahasiswa dituntut untuk menuliskan alat dan bahan yang rinci termasuk menuliskan spesifikasi ukuran dan jumlah yang dipakai. Selain itu, pada tahap ini mahasiswa juga diinstruksikan untuk merancang prosedur percobaan dengan mengembangkan kata kunci (*clue*) yang terdapat pada wacana. Sebagai contoh, dalam wacana terdapat keterangan bahwa mahasiswa harus membuat larutan protein dari padatan albumin dan kasein dengan berbagai konsentrasi, namun tidak dijelaskan masa zat yang akan digunakan pada setiap sampel larutan. Sehingga keterampilan merancang percobaan ini dapat dikatakan memiliki keterkaitan dengan keterampilan memprediksi dan sikap teliti (Wahyudi dan Supardi, 2013).

Setelah merancang percobaan, selanjutnya mahasiswa diinstruksikan untuk melakukan praktikum analisis konsentrasi protein melalui uji lowry dengan menggunakan aplikasi *ColorMeter Free*. Pada tahap ini aspek penilaian yang mendominasi adalah sikap teliti dan tanggung jawab (Laelasari dan Sari, 2016). Hal tersebut dapat terukur pada saat mahasiswa membuat larutan protein dengan konsentrasi yang cukup kecil yaitu 0, 025%, 0,05%, 0,075%, dan 0, 1%. Semakin kecil konsentrasi larutan yang dibuat maka ketelitian yang dibutuhkan semakin tinggi. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Gee et al., (2017) bahwa batas atas penetapan konstituen suatu larutan dengan menggunakan metode kolorimetri mempunyai kuantitas kurang dari 1%. Untuk mengukur keterampilan melakukan percobaan diperlukan adanya rubrik penilaian proses yang dapat dilihat sebagai berikut.

LEMBAR PENILAIAN KINERJA PRAKTIKUM PENENTUAN KADAR PROTEIN MELALUI UJI LOWRY MENGGUNAKAN APLIKASI *COLORMETER FREE*

Aspek yang dinilai : Keterampilan membuat larutan dan keterampilan penggunaan aplikasi *colorMeter free*
 Aspek KPS yang dinilai : Mengamati (observasi)
 Nama Mahasiswa :
 Kelas/Semester :

No	Aspek kinerja yang diamati	M1		M2		M3	
		Keterlaksanaan		Keterlaksanaan		Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1.	Pembuatan larutan dari zat padat						
A.	Menimbang zat padat						
	a. Menyimpan kaca arloji ke dalam neraca analitik dan membuat skala neraca analitik menjadi nol						
	b. Mengambil zat padat menggunakan spatula						
	c. Memegang zat padat ke dalam kaca arloji dengan posisi tangan yang tepat						
	d. Menimbang zat padat dengan massa yang tepat						
B.	Memindahkan zat padat ke gelas kimia						

Gambar 6. Tampilan Rubrik Penilaian Kinerja Mahasiswa

Indikator keterampilan proses sains selanjutnya adalah keterampilan mengamati. Pada tahap ini mahasiswa diinstruksikan untuk melakukan pengamatan terkait penentuan konsentrasi protein. Hasil pengamatan dituliskan dalam bentuk tabel serta dengan mendokumentasikan proses pengukuran larutan protein dengan aplikasi *ColorMeter Free*. Keterampilan mengamati tidak hanya memaksimalkan indera penglihatan, namun pada keterampilan ini mahasiswa dituntut untuk dapat memilih dan memilah pengamatan yang dianggap penting selama percobaan (Aisyah dkk., 2017).

Pada tahap menerapkan konsep, mahasiswa diinstruksikan untuk mengolah dan menganalisis data yang diperoleh selama pengamatan. Keterampilan ini merupakan keterampilan terintegritas karena di dalamnya terdapat keterampilan memahami dan menerapkan. Keterampilan memahami terlihat dari kemampuan mahasiswa dalam menginterpretasikan data dari tabel pengamatan menjadi grafik keterhubungan antara nilai absorbansi dan konsentrasi protein. Sedangkan keterampilan menerapkan terukur dari kemampuan mengeksekusi atau mengolah data perhitungan.

Hal ini sejalan dengan yang dijelaskan oleh Farida (2017:34) bahwa kemampuan memahami terukur dalam kegiatan menafsirkan (menginterpretasi), memberikan contoh, mengklasifikasi, meringkas, menarik kesimpulan, membandingkan, dan menjelaskan. Sedangkan keterampilan menerapkan terukur pada kegiatan mengeksekusi, mengimplementasikan, menggunakan prinsip untuk menjelaskan peristiwa dan memprediksi.

Keterampilan menyimpulkan terukur dari kemampuan mahasiswa untuk mencerna tahapan pada lembar kerja. Menurut Farida (2017:39) menarik kesimpulan melibatkan proses penemuan suatu pola dari sederetan contoh atau fakta. Sehingga, keterampilan proses kurang bermakna jika tidak ditunjang dengan keterampilan menarik kesimpulan. Adapun keterampilan mengomunikasikan terukur melalui penulisan laporan. Laporan disusun dengan mengaitkan fakta di lapangan dengan teori tertentu. Format penulisan laporan terdiri dari judul, waktu percobaan, tujuan percobaan, dasar teori, alat dan bahan, prosedur percobaan, data pengamatan, pengolahan data, kesimpulan dan lampiran dokumentasi selama proses pengukuran konsentrasi protein menggunakan aplikasi *ColorMeter Free*. Kriteria penilaian pada aspek kinerja pengukuran konsentrasi protein terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Kriteria Aspek Penilaian Kinerja

No.	Aspek Penilaian Kinerja	Kriteria
1	Persiapan Praktikum	Mengecek kelengkapan KIT pribadi
		Mengecek kelengkapan alat dan bahan yang akan digunakan
2.	Pengambilan Data	Membuat sampel larutan protein dengan berbagai konsentrasi
		Mengukur larutan protein dengan menggunakan pipet volume 1 mL
		Menyimpan sampel larutan protein pada tabung reaksi
		Meneteskan reagen lowry B pada sampel larutan protein
		Menghomogenkan larutan protein dengan reagen lowry B
		Mendiamkan larutan protein selama 5 menit
		Meneteskan reagen lowry A pada larutan protein
		Menghomogenkan larutan protein pada tabung reaksi
		Menepatkan latar berwarna merah dari kertas, layar <i>handphone</i> atau laptop pada bagian belakang rak tabung reaksi dengan tepat
		Menempatkan <i>smartphone</i> pada jarak 12 cm dari sampel larutan protein
		Mengatur tingkat kefokus obyek (larutan protein) dengan menekan tombol <i>picture focused</i> pada aplikasi <i>ColorMeter Free</i> dan mengambil gambar dengan baik
		Mencatat nilai RGB dari aplikasi <i>ColorMeter Free</i> dengan tepat
		Membersihkan alat-alat yang digunakan
Menjaga kebersihan laboratorium		
3.	Aktivitas dalam kelompok	Menjalani kerja sama yang baik selama praktikum
		Pembagian tugas yang merata
		Terjalani proses diskusi yang aktif
4.	Penyusunan laporan	Membuat laporan hasil percobaan dengan bahasa yang lugas dan tepat
		Mengumpulkan laporan tepat waktu

3.2 Hasil Uji Validasi

Pada tahap ini lembar kerja yang telah disusun berdasarkan tahapan pembelajaran keterampilan proses sains kemudian divalidasi. Adapun validator dalam penelitian ini terdiri dari tiga orang dosen pendidikan kimia. Pada tahap ini dilakukan pengecekan dan pemberian saran dalam rangka perbaikan lembar kerja. Adapun rekapitulasi nilai uji validasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Uji Validasi

No	Pernyataan	r_{hitung}
1.	Kalimat pada lembar kerja mudah untuk dipahami.	0,92
2.	Pertanyaan yang digunakan pada lembar kerja sesuai dengan tahapan keterampilan proses sains	0,92
3.	Wacana yang diberikan dapat membantu mahasiswa untuk merumuskan masalah dan membuat rancangan percobaan pada penentuan kadar protein mealui uji lowry menggunakan apikasi <i>ColorMeter free</i>	1,00
4.	Wacana yang diberikan dapat membantu mahasiswa dalam menjawab pertanyaan.	0,83
5.	Eksperimen penentuan kadar protein melauai uji owry menggunakan apikasi <i>ColorMeter free</i> dapat dilakukan dengan mudah.	1,00
6.	Alat yang digunakan dalam eksperimen penentuan kadar protein melauai uji owry menggunakan apikasi <i>ColorMeter free</i> mudah diperoleh	1,00
7.	Lembar kerja yang digunakan dapat menuntun mahasiswa dalam menyimpulkan hasil percobaan	0,83
8.	Lembar Kerja sesuai dengan SK, KD dan materi	0,83
9.	Konsep materi berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	1,00
10.	Gambar yang disajikan dalam lembar kerja sudah jelas	0,75
Rata-rata r_{hitung}		0,91

Berdasarkan data pada tabel 1, lembar kerja berbasis keterampilan proses sains valid dan dapat digunakan sebagai pedoman praktikum pada penentuan konsentrasi protein. Kriteria nilai r rata-rata yaitu 0,91 sedangkan nilai r_{hitung} tertinggi yaitu 1,00 yang terdapat pada pernyataan nomor 3, 5, 6 dan 9. Yaitu pernyataan mengenai wacana, kemudahan memperoleh alat, kemudahan melakukan praktikum serta konsep materi yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Hal tersebut selaras dengan pernyataan Marsita dkk, (2010) bahwa pembelajaran kimia akan mudah dipahami apabila dikaitkan dengan konsep sehari-hari.

Nilai r_{hitung} terendah yaitu sebesar 0,75 yang terdapat pada pernyataan nomor 10 mengenai tampilan gambar pada wacana. Gambar pada lembar kerja berperan sebagai pemberi informasi mengenai ilustrasi yang terdapat dalam LK. Menurut Erryanti dan Poedjiastoeti (2013) gambar merupakan bagian penting dalam lembar kerja, karena gambar dapat membantu peserta didik dalam menggali informasi.

Hasil uji validasi dari ketiga validator tidak hanya berupa penilaian angka-angka, melainkan dilampirkan pula lembar saran perbaikan lembar kerja. Adapun perbaikan lembar kerja yang disarankan oleh validator diantaranya mengenai penggunaan bahasa yang efektif dan penambahan gambar. Bahasa yang digunakan dalam wacana umumnya bersifat informatif, singkat, dan menarik. Adapun gambar yang ditambahkan adalah gambar struktur dasar protein dan gambar beberapa makanan yang mengandung protein. Adapun gambar yang ditambahkan terletak pada bagian depan yang bertujuan untuk menggali rasa ingin tahu pembaca.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian pada pengembangan lembar kerja penentuan konsentrasi protein melalui uji lowry menggunakan aplikasi *ColorMeter free* dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya : instrumen yang disusun untuk mengukur keterampilan proses sains mahasiswa pada praktikum ini adalah lembar kerja dan lembar penilaian kinerja. Tampilan lembar kerja terdiri dari wacana, instruksi-instruksi untuk merancang percobaan, melakukan percobaan, menganalisis data percobaan, menyimpulkan dan membuat laporan hasil percobaan. Lembar kerja yang disusun disesuaikan sedemikian rupa untuk dapat mengembangkan Keterampilan Proses Sains (KPS) mahasiswa pada penentuan konsentrasi protein. Adapun indikator KPS yang dikembangkan adalah keterampilan mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, mengamati, menerapkan konsep, menyimpulkan dan mengomunikasikan. Adapun pada tahap uji validasi, lembar kerja dinyatakan valid dengan memperoleh nilai rata-rata r_{hitung} sebesar 0,91.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, R., Nur Aisyah, F., & Yunita. (2017). Penggunaan Lembar Kerja Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Tadris Kimiya*, 1(Juni 2017), 116–123.
- Dewi, E. P., Suyatna, A., & Ertikanto, C. (2017). Efektivitas Modul dengan Model Inkuiri untuk Menumbuhkan Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Kalor. *Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 2(May 2018), 105–110. <https://doi.org/10.24042/tadris.v2i2.1901>
- Emda, A. (2017). Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Keterampilan Kerja Ilmiah. *Lantanida Journal*, 5(1), 83–92.
- Erryanti, M. R., & Poedjiastoeti, S. (2013). Lembar Kerja Siswa (LKS) Berorientasi Keterampilan Proses Materi Zat Aditif Makanan Untuk Siswa Tunarungu SMALB-B. *UNESA Journal of Chemical Education*, 2(1), 51–58.
- Farida, I. (2017). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Gee, T., Kehoe, E., Pomerantz, W. C. K., & Penn, R. L. (2017). Quantifying Protein Concentrations Using Smartphone Colorimetry: *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00676>
- Harjanto, S. (2017). Perbandingan Pembacaan Absorbansi Menggunakan Spectronic 20 D + dan Spectrophotometer UV-Vis T 60U Dalam Penentuan Kadar Protein dengan Larutan Standar BSA. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 20(3), 114–116.
- Kamelia, L. (2015). Perkembangan Teknologi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Kuliah Kimia Dasar, IX(1).
- Kuntzleman, T. S., & Jacobson, E. C. (2015). Teaching Beer ' s Law and Absorption Spectrophotometry with a Smart Phone: A Substantially Simplified Protocol. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00844>
- Laelasari, N., & Sari. (2016). Penerapan Pendekatan Saintifik Untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains dan Sikap Ilmiah Siswa Pada Konsep Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. *Jurnal Tadris Kimiya*, 20–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.15575/jta.v1i1.1159>
- Li, M., Tan, J., Tarlov, M. J., & Zachariah, M. R. (2014). Absolute Quantification Method for Protein Concentration.

- Maimuna, Hairida, & Hadiarti, D. (2016). Analisis Keterampilan Kerja Ilmiah Dalam Praktikum Koloid Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Siswa Kelas XI IPA 2 MAN Pontianak. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 4(2), 95–108.
- Marsita, R. A., Priatmoko, S., & Kusuma, E. (2010). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Sma Dalam Memahami Materi Larutan Penyangga Dengan Menggunakan Two-Tier Multiple. *UNESA Journal of Chemical Education*, (1), 512–520.
- Putri, M. P., & Setiawati, Y. H. (2015). Analisis Kadar Vitamin C Pada Buah Nanas Segar (Ananas Comosus (L .) Merr) Dan Buah Nanas Kaleng Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Wiyata*, 2(1), 34–38.
- Rahmatullah, S., & Daniyanti, N. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Berbasis Inkuiri Pada Pembuatan Es Krim Dengan Penambahan Gelatin Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Tadris Kimiya*, 1(Juni), 33–47. <https://doi.org/https://doi.org/10.15575/jtk.v4i1.3708>
- Sania, R. Z., & Priatmoko, S. (2014). Penerapan Pendekatan Induktif-Deduktif Dalam Pembelajaran Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. *Journal Unnes Chemistry in Education*, 3(2252), 88–94.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sundalian, M., & Nugrahani, I. (2018). Determinasi Kadar Kafein Produk Teh Hitam Indonesia Dengan Menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, VII(1), 41–49.
- Tahar, N., Fitra, M., & Annisa Maulidia David, N. (2017). Penentuan Kadar Protein Daging Ikan Terbang (*Hydrichthys Oxycephalus*) Sebagai Substitusi Tepung Dalam Formulasi Biskuit Nurshalati Tahar, Muhammad Fitrah, Nur Annisa Maulidia David. *Jurnal Farmasi FKIK, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 5(36).
- Wahyudi, L. E., & Supardi, Z. A. I. (2013). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Kalor Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 2(2), 62–65.
- Yuniati, R., Nugroho, T., & Nuspita, Fi. (2015). Uji Aktivitas Enzim Protease Dari Isolat *Bacillus* Sp. Galur Lokal Riau. *JOM FMIPA*, 1(2), 116–122.