



Pengembangan Suplemen Penuntun Praktikum Mikrobiologi Berdasarkan Jumlah Mikroalga di Sungai Kampai Seluma

Lolita Sri Anggrini^{1*}, Dewi Jumiarni¹, Irdam Idrus¹, Kasrina¹, Abdul Rahman¹, Abas¹

¹ Program Studi S-1 Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Indonesia

*Email: anggrinilolitasri@gmail.com

Info Artikel

Diterima: 16 Oktober 2020
Direvisi: 8 Mei 2023
Diterbitkan: 29 Mei 2023

Keywords:

Mikroalga, Penuntun Praktikum, Suplemen, Sungai Kampai.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah mikroalga di Sungai Kampai dan diaplikasikan kedalam suplemen penuntun praktikum Mikrobiologi materi perhitungan mikroorganisme. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*). Hasil perhitungan jumlah mikroalga yang ditemukan di Sungai Kampai yaitu stasiun hulu sebanyak 124 ind/ml stasiun tengah 140 ind/ml dan stasiun hilir sebanyak 220 ind/ml. Spesies mikroalga yang ditemukan sebanyak 34 spesies, terdiri dari 5 divisi yaitu Crysophyta (14 genus), Cyanophyta (5 genus), Chlorophyta (12 genus) dan Euglenophyta (3 genus). Hasil penyusunan suplemen penuntun praktikum yaitu *cover*, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, topik, glosarium, dan daftar pustaka. Hasil rata-rata uji validasi ahli yaitu 91,4% dengan kategori sangat valid dan uji keterbacaan terhadap mahasiswa Pendidikan Biologi UNIB dengan persentase 90,13% berkategori sangat layak untuk bahan ajar mata kuliah Mikrobiologi materi perhitungan mikroorganisme.

© 2023 Lolita Sri Anggrini. This is an open-access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

PENDAHULUAN

Mikrobiologi adalah salah satu mata kuliah wajib Program Studi S1 Pendidikan Biologi yang mempelajari tentang makhluk hidup berukuran mikroskopis dan tidak dapat dilihat mata secara langsung sehingga membutuhkan alat seperti mikroskop. Mikroorganisme meliputi protozoa, mikroalga, fungi (jamur), *lichenes*, bakteri, dan virus. Berdasarkan capaian pembelajaran mata kuliah (CP-MK) Mikrobiologi terdapat dua pokok bahasan yaitu memahami pertumbuhan mikroorganisme melalui perhitungan mikroba dan memahami keanekaragaman mikroorganisme, serta mengenali beberapa contoh mikroalga (Tim Penyusun RPS Prodi Pendidikan Biologi, 2017).

Berdasarkan analisis kebutuhan 90,9% mahasiswa yang menyatakan bahwa mata kuliah Mikrobiologi materi perhitungan mikroalga sulit dipahami dengan beberapa alasan yaitu, rumitnya metode dalam menghitung mikroalga dan sulit untuk memahami materi. Sehingga 97% mahasiswa menyatakan bahwa perlu dilakukan praktikum. Menurut Kasrina (2012) bahwa pemanfaatan



lingkungan sebagai sumber belajar sangat penting guna mendukung proses dan pencapaian tujuan belajar, harapannya dapat membangkitkan motivasi dan minat belajar. Maka dengan memanfaatkan lingkungan sungai sebagai sumber belajar kontekstual harapannya akan memberikan pengalaman belajar yang menarik, lebih bermakna dan membuat mahasiswa bisa lebih peka terhadap lingkungan sekitar.

Namun kenyataannya pada penuntun praktikum Mikrobiologi yang biasa digunakan belum terdapat materi perhitungan mikroalga. Menurut Asmaningrum (2018) bahwa panduan praktikum merupakan salah satu sarana yang diperlukan untuk memperlancar kegiatan belajar mengajar di laboratorium sehingga tujuan pembelajaran bisa tercapai. Sehingga dibutuhkan suplemen penuntun praktikum materi perhitungan mikroalga untuk menunjang proses praktikum. Penuntun praktikum tentunya sangat membantu dalam kegiatan praktikum karena akan lebih mudah mendapatkan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna dengan memanfaatkan potensi lingkungan sebagai sumber belajar. Salah satu potensi lingkungan yang dapat digunakan sebagai sumber belajar terdapat di Provinsi Bengkulu yaitu Sungai Kampai.

Sungai Kampai merupakan salah satu sungai yang berada di Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu. Bagian hulu sungai terdapat hutan lindung bukit barisan dengan ketinggian lebih dari 1000 m dpl dan bermuara di pantai Desa pasar Talo, Kabupaten Seluma. Secara geografis Sungai Kampai berada pada DAS $4^{\circ}12'39.8844$ - $4^{\circ}12'39.88$ LS dan $102^{\circ}42'40.8984$ - LS; $102^{\circ}41'40.89$ BT. Sungai Kampai berperan penting, baik secara sosial, ekonomi, maupun ekologis. Secara sosial Sungai Kampai bermanfaat bagi masyarakat di sekitar untuk kegiatan rumah tangga seperti mandi, mencuci, dan tempat pembuangan akhir (TPA). Secara ekonomi Sungai Kampai berperan dalam perkebunan dan persawahan, sedangkan secara ekologis sungai berperan sebagai penunjang kehidupan mikrobiota salah satunya mikroalga dan zooplankton. Mikroalga digunakan sebagai produsen bagi zooplankton, kemudian zooplankton menjadi makanan bagi ikan mungkus (*Scyopterus cynochepalus*).

Mikroalga merupakan mikroorganisme eukariotik yang memiliki klorofil dan pigmen-pigmen lain yang bisa digunakan dalam proses fotosintesis. Sebagian besar mikroalga tumbuh secara fototrofik, berkisar antara 2-200 μm ($1\mu\text{m} = 0,001\text{mm}$), serta morfologi dan ciri-cirinya sangat beragam baik uniselular maupun multiselular. Adanya mikroalga di suatu perairan banyak manfaat yaitu adalah sebagai indikator polusi organik, suplai oksigen, penyusun rantai makanan, dan sebagai sumber makanan bagi invertebrata dan beberapa jenis ikan. Mikroalga memiliki habitat mulai dari perairan, baik air tawar maupun air laut, sampai dengan daratan yang lembab atau basah (Tjitrosoepomo, 2003). Mengingat peran penting mikroalga dalam jaring-jaring makanan, rantai makanan dan sebagai produsen primer, maka penting dilakukan penelitian tentang mikroalga di perairan Sungai Kampai.

Penelitian terdahulu tentang mikroalga telah dilakukan oleh Rasyid (2018) di Sungai Hitam, Kabupaten Bengkulu Tengah Kota Bengkulu bahwa jumlah mikroalga yang ditemukan sebanyak 313-333 ind/L setiap stasiun. Selain itu terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Jumiarni (2019) bahwa di Sungai Bengkenang juga terdapat jumlah mikroalga sebanyak 173-596 ind/L setiap stasiun. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa jumlah mikroalga di Sungai Bengkenang lebih banyak dari Sungai Hitam hal ini dipengaruhi oleh keadaan lingkungan tersebut, karena lingkungan yang baik akan menyebabkan mikroalga bertambah dan biota air juga bertambah. Anggraini (2018) menyatakan bahwa terdapat populasi ikan mungkus (*Scyopterus cynochepalus*) di Sungai Bengkenang. Maka dari itu peneliti memilih melakukan penelitian tentang jumlah mikroalga yang ada di Sungai Kampai, selain itu memang belum ada penelitian sebelumnya mengenai jumlah mikroalga yang terdapat di Sungai Kampai.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana menyusun suplemen penuntun praktikum Mikrobiologi materi perhitungan mikroorganisme berdasarkan jumlah mikroalga di Sungai Kampai Kabupaten Seluma dengan harapan suplemen penuntun praktikum yang dikembangkan dapat membantu mahasiswa dalam mempelajari mikroalga pada mata kuliah Mikrobiologi.

METODE

Penelitian ini merupakan Penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) menggunakan metode Borg dan Gall (1989) yang dimodifikasi oleh Sugiyono (2012). Pada metode penelitian ini terdapat 10 yaitu: 1) Potensi dan masalah, 2) Pengumpulan data, 3) Desain produk, 4) Validasi desain, 5) Revisi desain, 6) Uji coba produk, 7) Revisi produk, 8) Uji coba pemakaian, 9) Revisi produk dan 10) Produksi masal. Namun pada penelitian ini dilakukan hingga tahapan ke 7 karena keterbatasan waktu dan dana penelitian. Tahapan yang peneliti gunakan untuk penelitian yang dikembangkan, dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Langkah-Langkah Pengembangan Penelitian (Modifikasi Sugiyono, 2012)

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Biologi yang sedang mengambil mata kuliah Mikrobiologi sebanyak 15 orang. Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun sungai Kampai yaitu Desa Lubuk Giok, Desa Pagar Agung dan Desa Muara Simpuh. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur kualitas air dan pengambilan sampel setiap stasiun. Sampel diambil dari lokasi penelitian dengan cara menyaring air sebanyak 100 liter dengan volume 10 liter. Sampel hasil penyaringan kemudian dimasukkan dalam botol sampel 100 ml kemudian diberikan larutan formalin 4% sebanyak tiga tetes. Penghitungan mikroalga dilakukan di laboratorium FKIP Universitas Bengkulu menggunakan alat *Sedgwick Rafter Counting Chamber* (SRCC).

Pengumpulan data dilakukan menggunakan Teknik wawancara, observasi, angket, dan kajian pustaka. Instrumen penelitian berupa lembar wawancara, lembar hasil pengamatan, lembar angket analisis kebutuhan, lembar validasi oleh ahli, dan lembar uji keterbacaan serta bukti-bukti pustaka. Data hasil validasi dan uji keterbacaan suplemen penuntun praktikum merupakan data kuantitatif yang diubah menjadi data kualitatif kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Skor yang didapat dari hasil lembar validasi dan uji keterbacaan dianalisis dengan rumus:

$$\text{Presentase} = \frac{\text{Jumlah skor lembar validitas}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

(Riduwan, 2015).

Hasil analisis data yang berupa presentase tersebut kemudian diinterpretasikan pada Tabel 1.

Tabel 1.

Kriteria Penilaian Hasil Validasi dan Uji Keterbacaan.

Skala Nilai	Keterangan	Keputusan Uji
86% -100 %	Sangat Valid	Sangat layak dan tidak revisi jika mencapai 100%
71% - 85%	Valid	Layak namun tetap dilakukan revisi kecil
56% - 70%	Cukup Valid	Cukup layak dan perlu revisi besar
41% -55%	Kurang Valid	Kurang layak dan perlu revisi besar
25% - 40%	Sangat kurang valid	Tidak layak dan perlu revisi besar

(Akbar, 2013).

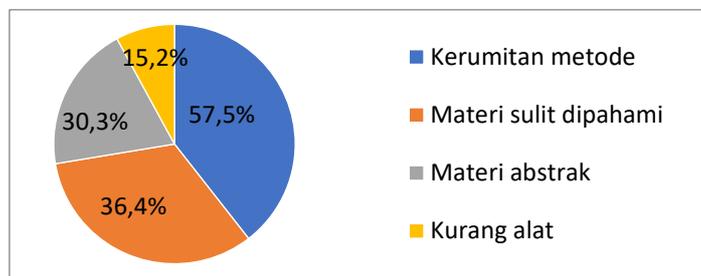
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari setiap langkah yang digunakan dalam pengembangan suplemen penuntun praktikum ini sebagai berikut :

1. Tahapan Pendefinisian (*Define*) Potensi dan Masalah

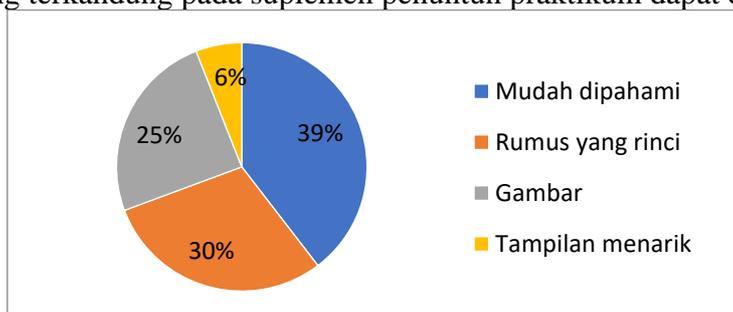
Tahap ini menggunakan lembar wawancara dosen mata kuliah Mikrobiologi dan analisis kebutuhan terhadap 33 orang mahasiswa Pendidikan Biologi yang sudah mengambil mata kuliah

Mikrobiologi. Berdasarkan hasil wawancara dosen ditemukan beberapa kesulitan yang dialami saat mengajarkan materi mikroalga yaitu di laboratorium masih memiliki keterbatasan alat untuk menghitung alga, dan kurangnya referensi. Dosen Mikrobiologi telah menggunakan bahan ajar penuntun praktikum yang dikembangkan sendiri, namun belum ada materi perhitungan mikroalga. Terdapat 90,9% mahasiswa yang menyatakan bahwa mata kuliah Mikrobiologi materi mikroalga sulit dipahami dengan alasan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Presentase Kesulitan Mahasiswa Memahami Materi Mikrobiologi.

Sehingga dengan beberapa masalah itu 97% mahasiswa menyatakan bahwa perlu dilakukan praktikum dalam menghitung mikroalga. Namun, 84,8% mahasiswa menyatakan bahwa belum ada materi perhitungan mikroalga pada penuntun praktikum yang mereka gunakan sebelumnya. Maka sebanyak 86,7% mahasiswa setuju jika dikembangkan suplemen penuntun praktikum dengan beberapa kriteria yang terkandung pada suplemen penuntun praktikum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Kriteria Bahan Ajar yang Terkandung di dalam Suplemen Penuntun Praktikum.

Terdapat 36,4 % mahasiswa yang menyatakan materi mikroalga sulit dipahami dan abstrak, sehingga pada produk ditambahkan gambar yang lebih jelas dan menarik yaitu jenis-jenis mikroalga yang hanya ditemukan di daerah Sungai Kampai dan merupakan potensi lokal bukan referensi luar. Selain itu terdapat juga deskripsi mengenai ciri-ciri dari setiap spesies sehingga dapat membantu mahasiswa pada proses identifikasi. Maka dari itu pengembangan suplemen penuntun praktikum ini akan dibuat sesuai dengan Capaian Pembelajaran CP) dan selanjutnya digabungkan dengan penuntun praktikum Mikrobiologi yang sudah ada sebelumnya. Menurut Emda (2017) laboratorium merupakan salah satu tempat yang dapat memberikan pengalaman nyata kepada siswa dan memberikan kesempatan untuk menerapkan keterampilan psikomotorik dan sikap ilmiah. Kegiatan itu seperti melakukan percobaan menggunakan mikroskop untuk mengamati sel Mikroalga dari sampel air sungai dan membuktikan sendiri bagaimana bentuk sel tersebut. Hal ini juga sesuai dengan Suryaningsih (2017) kegiatan praktikum bertujuan untuk meningkatkan pengalaman pengembangan sikap ilmiah dan untuk dapat menunjang tercapainya tujuan praktikum

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur kualitas fisika dan kimia air Sungai Kampai dan perhitungan mikroalga menggunakan *Sedgwick Rafter Counting Chamber* (SRCC) dengan cara menyisir semua kotak kemudian menghitung mikroalga yang tercacah di *Sedgwick Rafter Counting Chamber* (SRCC). Pada pengukuran data fisika kimia perairan Sungai

Kampai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.

Parameter Kualitas Fisika dan Kimia Air Sungai Kampai.

No	Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1.	Suhu udara (°C)	28	28	27
2.	Suhu air (°C)	24	27	28
3.	Kecerahan	Dasar	Dasar	Dasar
3.	Kedalaman (cm)	200	230	64
4.	Ketinggian (m)	93	66	24
5.	Arus (m/dt)	0,5588	0,7062	0,4347
6.	Ph	8,6	8,3	7,5
7.	DO (ppm)	8	8,2	7,7
8.	TDS (mg/l)	66	73	48
9.	Cuaca	Cerah	Cerah	Cerah

Keterangan: 1 (Hulu) Desa Muara Simpuh, 2 (Tengah) Desa Pagar Agung dan 3 (Hilir) Desa Lubuk Giok.

Suhu air di stasiun hulu sungai cukup rendah yaitu 24°C, jika dibandingkan dengan suhu stasiun tengah dan hilir. Hal ini disebabkan karena pada bagian hulu Sungai Kampai terdapat hutan lindung bukit barisan dengan ketinggian lebih dari 1000 m dpl sehingga suhu pada lokasi tersebut rendah. Lokasi pengambilan sampel banyak tertutup oleh pohon-pohon besar yang menutupi badan sungai, sehingga cahaya matahari terhalang dan proses fotosintesis terhambat. Hal ini sesuai dengan pendapat Hutabarat (2013) bahwa mikroalga membutuhkan sinar matahari dalam melakukan proses fotosintesis. Sungai Kampai juga cukup dekat dengan pemukiman warga sehingga banyak dimanfaatkan sebagai air minum dengan kondisi kimia masih baik yaitu dengan nilai pH air sungai sebesar 8,6 yang artinya bersifat alkali. Menurut Pelczar (2010) pH optimum pertumbuhan mikroalga yaitu 4-11. Total padatan terlarut (TDS) di hulu Sungai Kampai yang diperoleh 66 mg/l dan masih bisa dikatakan normal karena tidak melebihi dari ambang batas. TDS digunakan untuk mengukur banyaknya jumlah padatan/residu yang terdapat dalam air. Padatan ini berupa material organik dipengaruhi oleh proses pelapukan vegetasi yang banyak tumbuh di sekitar badan sungai sedangkan anorganik merupakan pengaruh dari aktivitas manusia. Menurut Effendi (2003) salah satu faktor yang mempengaruhi nilai tinggi rendahnya TDS adalah pengaruh antropogenik berupa limbah domestik, yaitu limbah cair hasil buangan dari rumah tangga misalnya, air deterjen sisa cucian, air sabun, dan tinja.

Mikroalga yang ditemukan di Sungai Kampai yaitu pada stasiun hulu yang berlokasi di Desa Muara Simpuh sebanyak 124 ind/ml, stasiun tengah yang berlokasi di Desa Pagar Agung sebanyak 140 ind/ml, dan stasiun hilir yang berlokasi di desa Lubuk Giok sebanyak 220 ind/ml. Spesies mikroalga yang ditemukan sebanyak 34 spesies mikroalga yang terdiri dari 4 divisi yaitu Crysophyta (14 genus), kelas Cyanophyta (5 genus), kelas Chlorophyta (12 genus), kelas Euglenophyta (3 genus). Jumlah mikroalga di Sungai Kampai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3

Jumlah Mikroalga yang ditemukan di Sungai Kampai.

No.	Divisi	Spesies	Jumlah n (Individu/ml)		
			Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1.	Crysophyta	<i>Synedra tabulate</i>	12	16	
		<i>Synedra rumpens</i>		16	
		<i>Navicula gregaria</i>			4
		<i>Navicula sp</i>			4
		<i>Nitzschia palea</i>	4	24	4
		<i>Diatomae vulgaris</i>		4	
		<i>Diatomae tenuis</i>		4	
		<i>Cyclotella meneghiniana</i>	8	4	8
		<i>Cocconeis placentula</i>	4		
		<i>Tubellaria sp</i>		4	

No.	Divisi	Spesies	Jumlah n (Individu/ml)		
			Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
		<i>Pleurosigma elongantum</i>			8
		<i>Tabellaria fenestrata</i>			8
		<i>Pinnularia subcapitata</i>		12	
		<i>Surirella linearis</i>		16	
2.	Cyanophyta	<i>Microcystis wesenbergii</i>	20	4	16
		<i>Microcystis flos-aquae</i>	12	16	28
		<i>Coelosphaerium sp</i>	8		
		<i>Merismopdia punctata</i>	4		12
		<i>Oscillatoria limosa</i>			8
3.	Chlorophyta	<i>Westella botryoides</i>	4		
		<i>Closterium venus</i>		4	4
		<i>Chlorella sp</i>		16	
		<i>Coleastrum astroideum</i>	4		4
		<i>Closterium maniliferum</i>			8
		<i>Kirchneriella sp</i>	12		
		<i>Dictyosphaerium sp</i>			24
		<i>Scenedesmus dimorphus</i>			12
		<i>Scenedesmus quadricauda</i>	4		8
		<i>Selenastrum sp</i>	16		32
		<i>Stigeoclonium amoenum</i>	4		
		<i>Cosmarium sp</i>			16
4.	Euglenophyta	<i>Euglena acus</i>	8		
		<i>Euglena gracilis</i>			4
		<i>Phacus curvicauda</i>			8
Jumlah			124	140	224

Berdasarkan Tabel 3 jumlah mikroalga tertinggi ditemukan di stasiun III (hilir) yaitu sebanyak 224 ind/ml. Lokasi stasiun III berada di hilir Desa Lubuk Giok dengan karakteristik sungai dangkal, memiliki bebatuan, berarus tenang yaitu 0,4347 m/dt dan kedalaman sungai 64 cm. Mikroalga dapat tumbuh dengan baik pada perairan yang kecepatan arusnya sedang dan kedalaman sungai kecil karena proses fotosintesis dapat berjalan dengan baik apabila sinar matahari masih dapat menembus badan perairan dan akan berkurang sesuai dengan kedalaman sungai. Oleh karena itu mikroalga dapat tumbuh dengan baik pada kondisi air tenang dan dangkal seperti pada stasiun hilir. Disamping itu pada stasiun hilir banyaknya ternak milik warga yang digembalakan di pinggir Sungai Kampai menambah kesuburan dan nutrisi untuk mikroalga. Kotoran hewan yang terbawa hujan menuju ke badan perairan tentunya memberikan pengaruh pada pertumbuhan mikroalga karena kotoran tersebut mengandung nutrisi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chiu (2014) bahwa nutrisi mampu meningkatkan laju produktivitas suatu mikroalga, karena mikroalga memanfaatkan nutrisi sebagai sumber metabolisme tubuhnya.

Jumlah mikroalga terendah yaitu pada stasiun I hulu sungai dengan nilai jumlah sebanyak 124 ind/ml. Rendahnya jumlah mikroalga dikarenakan kecepatan arus cukup tinggi yaitu sebesar 0,5588 m/dt. Sesuai dengan pernyataan Duya (2008) dalam Adittia (2020) yang menyatakan bahwa Sungai diklasifikasikan berdasarkan kecepatan arusnya yaitu berarus sangat cepat (>100 cm/detik), cepat (50-100 cm/detik), sedang (25-50 cm/detik), lambat (10-25 cm/detik) dan sangat lambat (<10 cm/detik). Kecepatan arus yang kuat disebabkan oleh substrat dasar perairan di stasiun 1 hulu yaitu masih banyak batu-batuan dan kerikil. Iwan (2019) juga berpendapat bahwa kecepatan arus mempengaruhi pola penyebaran mikroorganisme. Hal ini yang menyebabkan rendahnya jenis mikroalga yang mampu melekat dan bertahan terhadap arus di stasiun 1 tersebut. Menurut Suin (2002) kecepatan arus suatu sungai menentukan penyebaran organisme yang hidup di dalam air sungai tersebut sehingga hanya mikroalga jenis-jenis tertentu yang dapat hidup di perairan.

Kelas mikroalga yang paling banyak ditemukan yaitu Crysophyta kelas Bacillariophyceae sebanyak 14 spesies dan Chloropyta sebanyak 11 spesies. Hal ini sesuai dengan pernyataan Harmoko (2017) Mikroalga dari kelompok Bacillariophyta mempunyai kemampuan untuk menempel pada substrat dan yang paling sering mendominasi di sungai sebagai plankton dengan kelimpahan yang sangat tinggi. Bacillariophyceae memiliki kemampuan beradaptasi terhadap arus yang kuat sampai lambat karena memiliki alat penempel pada substrat berupa tangkai bergelatin (Andriansya, 2014). Kelas Bacillariophyceae memiliki sitoplasma yang di dalamnya mengandung mukopolisakarida yang mampu mengeluarkan cairan perekat untuk menempel pada substrat. Mikroalga yang paling sedikit ditemukan di Sungai Kampai yaitu mikroalga divisi Euglenophyta. dengan rata-rata sebanyak 4-8 ind/ml. Euglena biasanya lebih menyukai suhu air yang tinggi dan arus air yang lambat, sedangkan dari ketiga stasiun rerata suhu air normal dan tidak terlalu tinggi.

3. Desain Produk

Rancangan produk dibuat dengan menggunakan *Microsoft Word 2010* dan *background* suplemen penuntun praktikum menggunakan *Website Canva Online*. suplemen penuntun praktikum ini menggunakan kertas A4, huruf calibri, spasi 1,5. Desain dari suplemen penuntun praktikum yang telah dikembangkan terdiri dari *cover*, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, topik praktikum, glosarium dan daftar pustaka. Pada *cover* ini terdapat judul sebagai identitas penuntun praktikum, terdapat gambar proses dan hasil penelitian. Pendahuluan pada suplemen penuntun praktikum berisi uraian mengenai karakteristik Sungai Kampai, karakteristik mikroalga, dan jenis-jenis mikroalga yang ditemukan dalam penelitian.

Topik yang dibahas pada penuntun ini terdiri dari dua topik yaitu topik 1 mengenal mikroalga dan topik 2 perhitungan mikroalga. Penentuan topik ini mengacu pada RPS Mikrobiologi dengan indikator yaitu pertama mahasiswa mampu menggunakan metode yang tepat dalam perhitungan mikroba dan kedua mahasiswa mampu mengenali beberapa contoh mikroalga. Tujuan praktikum berisikan pencapaian yang diharapkan dari kegiatan praktikum. tujuan pada topik1 yaitu mengetahui jenis-jenis mikroalga melalui kegiatan pengamatan secara langsung, sedangkan topik 2 dengan tujuan mengetahui cara menghitung mikroalga dengan menggunakan alat *Sedgwick Rafter Counting Chamber* (SRCC). Alat dan bahan yaitu alat yang digunakan dan bahan yang dibutuhkan dalam proses praktikum. Kemudian langkah kerja yaitu bagaimana proses yang harus dilakukan dalam praktikum. Terdapat tabel hasil dan soal diskusi yang akan digunakan sebagai evaluasi kegiatan praktikum. Glosarium adalah kamus yang berisi tentang definisi dari istilah-istilah ilmiah dalam materi, berfungsi untuk mempermudah dalam mengetahui istilah-istilah ilmiah dalam suplemen penuntun praktikum. Daftar pustaka berisi referensi untuk melengkapi bagian isi suplemen penuntun praktikum, referensi yang digunakan berasal dari buku-buku dan jurnal.

4. Validasi Desain

Setelah melewati proses desain produk, selanjutnya divalidasi oleh ahli bahan ajar dan ahli materi. Menurut Riduwan (2015) dalam pemberian skor digunakan acuan berdasarkan skala likert. Skala yang digunakan merupakan angket tertutup dengan menggunakan sampel mahasiswa Pendidikan Biologi yang sudah mengambil mata kuliah Mikrobiologi. Pengambilan sampel berdasarkan penilaian IPK mahasiswa Pendidikan Biologi sebagai representasi dari unit populasi. Hasil validasi dari 2 validator dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.

Hasil Analisis Uji Validasi.

No.	Validator	Aspek penilaian	Rata-rata skor	Skor maksimal	Presentase	Kriteria
1.	Ahli bahan ajar	Penyajian, kesesuaian, kebahasaan dan kegrafikan	61	64	95,3%	Sangat valid
2.	Ahli materi	Kualitas materi, kegrafisan dan kebahasaan	63	72	87,5%	Sangat valid
Rata-rata					91,4%	Sangat valid

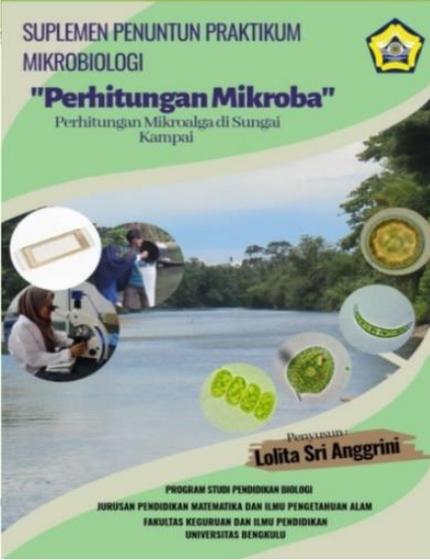
Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil validasi bahan ajar sebesar 95,3 % sedangkan hasil validasi materi diperoleh hasil sebesar 87,5% sehingga didapat rerata persentase validasi oleh kedua validator sebesar 91,4% dengan kriteria sangat valid. Hasil yang sama juga di laporkan oleh Nengsi (2016) penuntun praktikum yang dikembangkan dalam mata kuliah Biologi Umum memperoleh persentase validasi sebesar 77% dengan kriteria valid dan oleh Alexander (2018) penuntun praktikum yang dikembangkan untuk mata kuliah Biologi Dasar diperoleh persentase validasi sebesar 84% dengan kriteria sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa penuntun praktikum yang dibuat sudah layak digunakan oleh dosen dan mahasiswa dalam kegiatan praktikum sesuai aspek-aspek yang diinginkan diharapkan peneliti. Menurut Nengsi 2016) bahwa secara teknis penuntun praktikum dikembangkan sudah valid apabila penuntun praktikum yang dikembangkan sudah memenuhi tulisan yang mudah dibaca, sudah sesuai antara gambar dengan materi yang dipraktikumkan dan tampilan gambar yang menarik bagi mahasiswa.

5. Revisi Desain

Revisi desain dilakukan berdasarkan saran dan komentar yang diberikan oleh kedua validator. Tujuan adanya revisi desain ini adalah untuk memperbaiki desain produk suplemen penuntun praktikum yang dikembangkan sebelum melakukan uji keterbacaan. Hasil suplemen penuntun praktikum yang telah dilakukan peneliti dapat dilihat pada Tabel 4. Kritik dan saran yang diberikan oleh validator yaitu *cover* tulisan JPMIPA terpotong gambar mikroalga diletakan di dekat gambar sungai, gambar sungai diganti dengan gambar yang lebih menarik. Penambahan keterangan dokumen pribadi pada bagian bawah gambar. Peletakan tabel dan tata letak gambar dibuat lebih menarik. Topik yang dibuat masih ada beberapa yang kurang sesuai sehingga perlu diperbaiki, dan ada beberapa poin soal diskusi yang kurang sesuai dengan tujuan. Berdasarkan saran dari validator, maka penulis melakukan revisi dengan memperbaiki kualitas tulisan, dan memperbaiki topik praktikum sesuai dengan tujuan praktikum. Hasil revisi yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5

Perbedaan suplemen penuntun praktikum Sebelum dan Setelah Revisi Desain Berdasarkan Analisis Hasil Validasi.

No	Suplemen Penuntun Praktikum Sebelum Revisi	Suplemen Penuntun Praktikum Sesudah Revisi	Keterangan
1			Bagian judul di cover diganti dengan “perhitungan mikroba”, tulisan JPMIPA terpotong, dan gambar mikroalga diletakan di dekat gambar sungai.

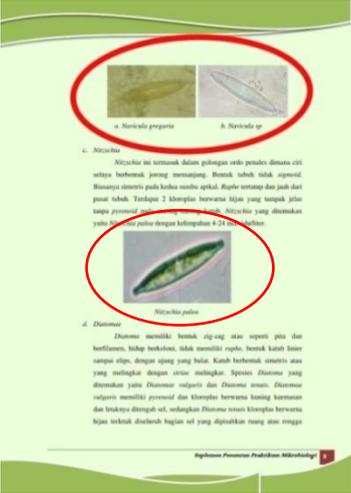
Aspek yang dinilai pada uji keterbacaan ini terdiri dari 3 komponen (aspek) yaitu komponen penyajian materi, komponen bahasa dan komponen grafis. Menurut Imam (2018) keterbacaan sangat bergantung pada kosakata dan bangun kalimat yang dipilih oleh pengarang untuk tulisan. Tulisan yang banyak mengandung kata yang jarang digunakan lebih sulit untuk dipahami daripada yang menggunakan kosakata sehari-hari yang sudah dikenal oleh pembaca pada umumnya. Sehingga uji keterbacaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keterbacaan suplemen penuntun praktikum matakuliah Mikrobiologi. Hasil uji keterbacaan diperoleh rata-rata keseluruhan skor sebanyak 90,13% dengan kategori “sangat valid”. Maka suplemen penuntun praktikum yang dikembangkan dapat digunakan sebagai bahan ajar mata kuliah Mikrobiologi terutama pada materi perhitungan mikroorganisme. Hasil tersebut didukung oleh Akbar (2013) yang menyatakan bahwa media pembelajaran dapat dikatakan layak bila rata-rata persentase dari angket validasi ahli media, ahli materi dan respon siswa di atas 70%.

7. Revisi Produk

Selanjutnya dilakukan revisi produk berdasarkan saran dan komentar yang diberikan oleh mahasiswa pada saat uji keterbacaan. Adapun komentar dan saran beberapa mahasiswa yang telah mengisi angket uji keterbacaan yaitu penuntun praktikum sangat membantu dalam memahami mikroorganisme, memberikan wawasan luas tentang keragaman mikroalga karena penyajian gambar yang menarik, bahasa mudah dipahami dan memunculkan rasa ingin tahu yang tinggi mengenai mikroalga. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Fajarianingtyas (2019) bahwa pada pembuatan buku petunjuk praktikum menggunakan bahasa yang sesuai dengan taraf kemampuan mahasiswa mudah dipahami, memiliki struktur kalimat yang jelas, serta menggunakan jenis dan ukuran huruf yang disesuaikan dengan aturan tipografi. Adapun saran didapatkan dari beberapa mahasiswa yaitu, terdapat beberapa gambar yang tidak terlalu jelas dan sudah diperbaiki sehingga gambar mikroalga diganti dengan gambar yang lebih jelas dan warna desain *Background* yang terlalu mencolok. Hasil revisi produk suplemen penuntun praktikum yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7

Perbedaan suplemen penuntun praktikum Produk Berdasarkan Analisis Hasil Uji Keterbacaan.

No	Suplemen Penuntun Praktikum Sebelum Revisi	Suplemen Penuntun Praktikum Sesudah Revisi	Keterangan
1			<i>Background</i> dan gambar pada suplemen penuntun praktikum diperbaiki.

Peneliti sudah memperbaiki menjadi warna yang lebih halus sehingga tidak mengganggu pembaca. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Rohman dan Amri (2013) bahwa warna merupakan unsur tambahan yang sangat penting dalam media gambar, dapat memberikan penekanan, pemisahan dan kesatuan. Kekurangan-kekurangan yang terdapat pada suplemen penuntun praktikum telah diperbaiki oleh peneliti demi menunjang tingkat keterbacaan dan kemudahan mahasiswa dalam menggunakan produk ini nantinya.

KESIMPULAN

Jumlah mikroalga yang ditemukan di Sungai Kampai paling tinggi yaitu stasiun hilir sebanyak 224 ind/ml. Hal ini karena stasiun hilir memiliki kondisi air tenang dan dangkal, serta terdapat kotoran hewan yang menambah kesuburan dan nutrisi untuk mikroalga. Jumlah mikroalga terendah terletak di stasiun tengah sebanyak 140 ind/ml. Hal ini karena stasiun hulu memiliki kecepatan arus yang kuat dan banyaknya pohon-pohon di badan sungai sehingga menghambat proses fotosintesis mikroalga.

Hasil penyusunan suplemen penuntun praktikum Mikrobiologi materi perhitungan mikroorganisme yaitu *cover*, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, topik, glosarium, dan daftar pustaka. Berdasarkan Hasil rata-rata uji validasi dan uji keterbacaan diketahui bahwa penuntun praktikum yang dikembangkan layak digunakan untuk uji coba pemakaian dalam praktikum Mikrobiologi dengan hasil validasi sebesar 91,4% dengan kriteria “sangat valid” dan hasil uji keterbacaan sebesar 90,13% dengan kategori “sangat layak”.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kemenristekdikti yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Dasar No. 772/UN30.15/LT/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Aditia, Wahyu dan Andi Gustani. 2020. Struktur Komunitas Ikan Di Sungai Lulak Dan Sungai Gendir Kabupaten Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. doi: 10.33019/akuatik.v14i1.1951
- Alexander, A., Rahayu, H. M., & Kurniawan, A. D. (2018). Pengembangan Penuntun Praktikum Fotosintesis Berbasis Audio Visual Menggunakan Program Camtasia Studio. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 6(2), 75-82
- Andriansyah, Tri. R. Setyawati, & I. Lovadi. (2014). Kualitas Perairan Kanal Sungai Jawi Dan Sungai Raya Dalam Kota Pontianak Ditinjau Dari Struktur Komunitas Mikroalga Perifitik. *Jurnal Protobiont*, 3 (1), 61-70
- Anggraini, N., Karyadi, B., Ekaputri, R. Z., Zukmadini, A. Y., Sastiawan, R., & Anggriani, F. (2018, December). The population and habitat of mungkus fish (*Sicyopterus cynocephalus*) in Bengkenang Waters South of Bengkulu. In *Journal of Physics: Conference Series* 1116 (5) p. 052005). IOP Publishing. doi: 10.1088/1742-6596/1116/5/052005
- Asmaningrum, H. P., Koirudin, I., & Kamariah. (2018). Pengembangan Panduan Praktikum Kimia Dasar Terintegrasi Etnokimia Untuk Mahasiswa. *Jurnal Tadris Kimiya*, 3(2), 125-134. doi.org/10.15575/jtk.v3i2.3205
- Basmi, J. (1999). *Planktonologi: Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan*. Bogor: IPB.
- Chiu S, Kao C, Chen T, Chang Y, Kuo C, Lin C. 2014. *Cultivation Of Microalgal Chlorella For Biomass And Lipid Production Using Wastewater As Nutrient Resource*. Bioresource Technology Department of Biological Science and Technology, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan: 179-189. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.11.080>
- Emda, A. (2017). Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan Kerja Ilmiah. *Lantanida journal*, 5(1), 83-92. doi: 10.22373/ljv2i2.1409
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Yogyakarta: Kanisius*
- Fajarianingtyas, D. A., & Hidayat, J. N. (2019). Validitas Buku Petunjuk Praktikum Biologi Dasar Berbasis Pemecahan Masalah untuk Mahasiswa Pendidikan IPA di Universitas Wiraraja. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 37-45. doi: 10.24929/lensa.v9i2.67
- Harmoko, L., Eka & Resti A. (2019). *Keanekaragaman Mikroalga di Air Terjun Sando, Kota Lubuklinggau, Sumatra Selatan*. *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia* 26(2): 77–87.



- Hutabarat, S., Soedarsono, P., & Cahyaningtyas, I. (2013). Studi Analisis Plankton Untuk Menentukan Tingkat Pencemaran Di Muara Sungai Babon Semarang. *Journal Of Management of Aquatic Resources*, 2 (3): 74-84. doi.org/10.14710/marj.v2i3.4185
- Imam, M. C., Laksono K., Suhartono. (2018). Keterbacaan Teks dalam Buku Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Kajian Pendidikan dan Hasil Penelitian*, 4(1) 6hlm. doi.org/10.26740/jrpd.v4n1.p594-599
- Nengsi, S. (2016). Pengembangan penuntun praktikum biologi umum berbasis inkuiri terbimbing mahasiswa biologi STKIP Payakumbuh. *Jurnal Ipteks Terapan*, 10(1), 47-55. doi: 10.22216/jit2016.v10i1.343
- Tjitrosoepomo, G. 2003. *Taksonomi Tumbuhan cetakan kelima*. Yogyakarta: UGM
- Pelczar, M. Z. (2010). *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Rasyid, H.A., Purnama, D., & Kusuma, A.B. (2018). Pemanfaatan Fitoplankton Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Perairan Muara Sungai Hitam Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano* 3(1): 39-51. doi:10.31186/jenggano.3.1.39-51
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Rohman, M. & Amri, S. (2013). *Strategi dan Desain Pengembangan Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustaka Karya
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Suin, N.M. (2002). *Metode Ekologi*. Jakarta: Universitas Andalas Press
- Suryaningsih, Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi. *BIO EDUCATION:(The Journal of Science and Biology Education)*, 2(2). doi: 10.31949/be. V 2i2.759
- Tim Penyusun RPS Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi. (2018). *Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Mata Kuliah Mikrobiologi Program Studi S1 Pendidikan Biologi*. Bengkulu: JPMIPA FKIP UNIB