

Analisis dan Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) Isolasi DNA Buah Pada Materi Bioteknologi Berbasis Literasi Kuantitatif

Mohammad Farhan Umar¹, Kusnadi², Rahmat Baharuddin³, Fini Alfionita Umar⁴

Universitas Dumoga Kotamobagu¹

Jl. Brigjend Katamso No. 50, Kec. Kotamobagu Timur, Kota Kotamobagu, Sulawesi Utara, Indonesia

Universitas Pendidikan Indonesia²

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Universitas Tangerang Raya³

Jl. Perumahan Sudirman Indah No. Blok E, Tigaraksa, Tangerang, Banten 15720, Indonesia

Institut Kesehatan dan Teknologi Graha Medika⁴

Jl. Siswa, Kelurahan Mogolaing, Kotamobagu Barat, Kota Kotamobagu, Sulawesi Utara, Indonesia

| farhanumar54@gmail.com | DOI : <https://doi.org/10.37729/jips.v7i1.7471> |

Article Info

Submitted

10/02/2026

Revised

29/04/2026

Accepted

25/05/2026

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merekonstruksi desain kegiatan laboratorium (DKL) praktikum isolasi DNA berbasis literasi kuantitatif. Populasi dalam penelitian ini adalah DKL praktikum isolasi DNA yang terdapat di berbagai sumber seperti buku biologi SMA, RPP guru, dan panduan praktikum sekolah dengan teknik purposive sampling dengan total sebanyak enam DKL isolasi DNA jenjang SMA sebagai sampel untuk dianalisis. Penelitian ini dilaksanakan dalam 4 tahap, yaitu persiapan pengumpulan sampel, tahap analisis berdasarkan struktur dan konstruksi pengetahuan, tahap uji coba DKL, tahap merekonstruksi DKL, serta uji coba kembali terhadap hasil rekonstruksi. Hasil uji coba dan analisis sampel DKL isolasi DNA buah menunjukkan DKL belum mampu menghadirkan data secara kuantitatif, struktur DKL berada pada kategori cukup, dan konstruksi pengetahuan berada pada kategori kurang, sehingga perlu didesain dan dilakukan rekonstruksi DKL alternatif. Hasil uji coba DKL alternatif praktikum isolasi DNA buah menunjukkan bahwa DKL dapat menghadirkan data kuantitatif.

Kata kunci: DKL; Rekonstruksi; Isolasi DNA; Literasi kuantitatif

Abstract – This study aims to analyze and reconstruct student worksheets for DNA isolation practicums to facilitate students' science literacy skills. The population in this study was student worksheets for DNA isolation practicums found in various sources, such as high school biology textbooks, teacher lesson plans, and school practicum guides. Purposive sampling was used, with a total of six high school-level student worksheets for DNA isolation as samples for analysis. This study was conducted in four stages, namely sample collection preparation, analysis based on knowledge structure and construction, student worksheet testing, student worksheet reconstruction, and retesting of the reconstruction results. The results of the testing and analysis of the DNA isolation student worksheet samples for fruit showed that the student worksheet was not yet capable of presenting quantitative data; the structure of the student worksheet was rated as "adequate," and the knowledge construction was rated as "inadequate," thus necessitating the design and implementation of alternative student worksheet reconstructions. The results of testing the alternative student worksheet for the fruit DNA isolation lab demonstrated that the student worksheet could present quantitative data.



Keywords: DKL; Reconstruction; DNA Isolation; Quantitative literacy

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan proses yang sangat penting untuk menghasilkan orang yang memiliki pengetahuan dan keterampilan kognitif dalam berbagai hal. Tujuan utama pembelajaran sains adalah membantu siswa memperoleh pengetahuan ilmiah sebanyak mungkin sambil juga mengembangkan pengetahuan tentang metode yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan ilmiah tersebut [1].

Dari penjelasan tersebut, salah satu metode yang cocok untuk mengajarkan pengaplikasian pembelajaran sains adalah lewat praktikum. Praktikum merupakan komponen penting yang tidak terpisahkan dari pelajaran biologi di sekolah yang mengajarkan siswa berbagai keterampilan seperti pemecahan masalah dan cara menyampaikan hasil penelitian dalam laporan kerja [2]; dapat mengajarkan siswa menggunakan alat-alat di laboratorium [3]; dan dapat membantu siswa mempelajari berbagai keterampilan psikomotorik, berpikir tingkat tinggi, mengaitkan karakteristik suatu objek yang diamati dengan domain pikiran, dan mengarakterisasi hasil belajar [4]. DKL (desain kegiatan laboratorium) atau biasa disebut LKS yang baik harus mencakup beberapa elemen, yaitu: 1) tujuan kegiatan/praktikum, 2) pendahuluan (berupa dasar teori), 3) alat dan bahan, 4) prosedur kerja, 5) cara perangkaan alat, 6) interpretasi hasil pengamatan, 7) analisis data, dan 8) kesimpulan; namun, berkaitan dengan elemen penelitian, Supriatno [5] mengkaji 46 sampel LKS/DKL Biologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar LKS yang dikembangkan, baik ditinjau dari pelaksanaan proses maupun kualitas produk yang dihasilkan [6]. Selain itu, hasil uji keterlaksanaan prosedur kerja yang dilakukan menunjukkan bahwa hanya sekitar 24% langkah kerja yang dapat dilaksanakan dengan baik, menghasilkan data yang benar, mendukung analisis secara tuntas, serta digunakan dalam penarikan kesimpulan. Sementara itu, sebanyak 76% masih mengalami berbagai kendala, meliputi langkah kerja yang kurang sistematis, kesulitan dalam pelaksanaan prosedur, tabel data yang kurang fleksibel sehingga menimbulkan miskonsepsi, kebutuhan waktu yang relatif panjang, serta ketidaktuntasan pelaksanaan kegiatan [7].

Salah satu bidang ilmu yang memerlukan praktikum adalah biologi. Biologi merupakan ilmu praktis yang di dalamnya terdapat kegiatan eksperimen dan kegiatan investigasi yang berkualitas tinggi untuk meningkatkan pembelajaran biologi dan memberikan klarifikasi. Pendidikan sains sendiri bertujuan untuk membantu siswa memahami pengetahuan ilmiah sesuai dengan kebutuhan, minat dan kemampuan mereka [8]. Praktikum sangat penting dalam pembelajaran biologi, karena praktikum meningkatkan motivasi guru dan siswa. Kegiatan praktikum meningkatkan keterampilan tangan (*hands on*) dan pikiran (*mind on*) siswa. Aktivitas *hands on* yaitu mengembangkan keterampilan motorik untuk membuat set alat eksperimen, menggunakan alat, melakukan prosedur kerja dan mendapatkan pengetahuan prosedural untuk melihat suatu objek atau peristiwa. Sedangkan aktivitas *minds on* merupakan proses pengembangan kemampuan berpikir kritis yang dimulai dengan mengorganisasi data dan mengubahnya menjadi format yang mudah dipahami seperti tabel atau grafik, sehingga proses ini menghasilkan pengetahuan baru dengan mengaitkannya dengan pengetahuan konseptual sebelumnya. Selain itu, praktikum juga bisa meningkatkan konsep yang dipelajari serta menumbuhkan sikap ilmiah melalui pengalaman-pengalaman dalam melakukan kegiatan praktikum [9]. Namun, DKL yang digunakan di sekolah masih memiliki keterbatasan. DKL yang tersedia di lapangan cenderung berfokus pada kegiatan konfirmasi atau verifikasi, sehingga belum sepenuhnya mengarah pada aktivitas yang dapat melatih keterampilan literasi kuantitatif peserta didik [10].

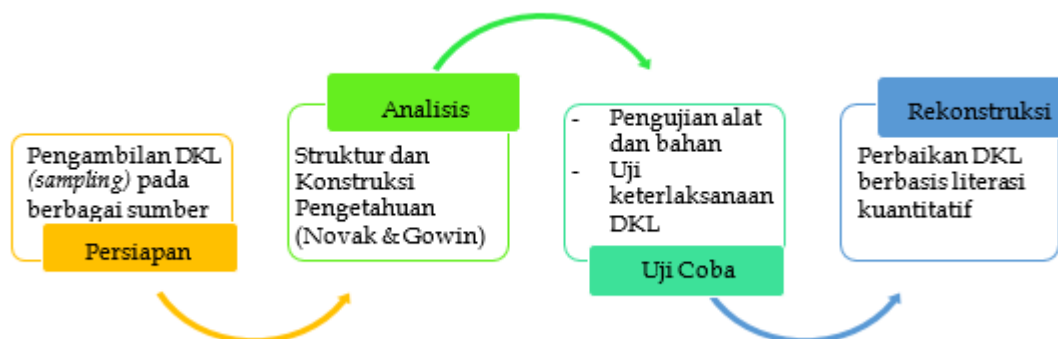
Literasi kuantitatif merupakan kemampuan individu dalam memahami dan menginterpretasikan informasi berbasis angka, mengkritisi penggunaannya, serta memanfaatkannya untuk menyelesaikan permasalahan dalam situasi. Kemampuan ini mencakup aspek interpretasi, representasi, kalkulasi, asumsi, aplikasi, dan komunikasi [11], [12]. Kemampuan menyajikan dan memahami data merupakan dua dari enam komponen dalam literasi kuantitatif. Saat ini, literasi kuantitatif telah menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi setiap individu dalam kehidupan masyarakat [13], [14]. Dengan demikian, perkembangan pada era saat ini menuntut kemampuan dalam mengaplikasikan literasi kuantitatif pada kehidupan sehari-hari termasuk dalam pembelajaran biologi [15].

Salah satu materi biologi yang berpotensi untuk menunjang kemampuan literasi kuantitatif siswa adalah praktikum isolasi DNA pada materi bioteknologi. Praktikum ini dapat diarahkan pada pengukuran laju isolasi DNA dan ketebalan hasil isolasi pada beberapa jenis buah-buahan. Jika isolasi DNA dilakukan menggunakan sampel buah, perbedaan kadar air pada setiap jenis buah dapat menghasilkan tingkat keberhasilan yang berbeda [16]. Penyajian data berupa grafik dan tabel sangat memungkinkan untuk dilakukan. Bioteknologi sebagai ilmu maupun sebagai alat dapat mempercepat kemajuan dalam berbagai bidang kehidupan.

Di tengah pesatnya kemajuan ilmu dan teknologi, bioteknologi merupakan salah satu bidang ilmu yang harus dikuasai oleh siswa Indonesia, termasuk siswa SMA, karena bioteknologi memiliki banyak hubungan langsung dengan kehidupan sehari-hari dan memiliki aspek yang berkaitan dengan “*life skills*”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merekonstruksi desain kegiatan praktikum isolasi DNA berbasis literasi kuantitatif yang mempelajari konsep dari proses isolasi DNA serta penerapannya pada bidang bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.

2. Metode

Penelitian merupakan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis dan merekonstruksi panduan atau desain kegiatan laboratorium (DKL) praktikum isolasi DNA sederhana pada buah-buahan. Populasi dalam penelitian ini adalah DKL praktikum isolasi DNA yang terdapat di buku biologi SMA, RPP guru, dan panduan praktikum dari sekolah. Sampel diambil menggunakan teknik *purposive sampling* dengan total sebanyak enam DKL isolasi dna jenjang SMA untuk dianalisis agar bisa merekonstruksi terhadap DKL yang sudah ada. Alur penelitian ini dilaksanakan dengan skema ANCOR yang dapat dilihat pada [Gambar 1](#). Tahapan pertama yaitu mengumpulkan sampel DKL dari berbagai sumber dan menetapkan enam DKL yang akan dianalisis. Selanjutnya, tahap kedua menganalisis DKL yang dipilih berdasarkan indikator struktur terdiri dari: judul, tujuan, dan prosedur serta aspek alat dan bahan yang dimodifikasi peneliti dan juga menggunakan aspek pengetahuan berdasarkan diagram Vee yang dikembangkan oleh Novak & Gowin [17]. Aspek analisis diagram Vee terdiri atas *focus question, objects/events, theory, principles and concepts* ([Gambar 1](#)).



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Seluruh data yang diperoleh dari analisis untuk mengetahui kualitas DKL isolasi DNA pada materi bioteknologi serta kesesuaian DKL yang mampu mengkonstruksi pengetahuan. Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif analitik berdasarkan penilaian terhadap instrumen yang digunakan, sehingga data disajikan dalam bentuk tabulasi dari seluruh DKL. Analisis struktur dan konstruksi pengetahuan diagram Vee menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{total skor}} \times 100$$

Data yang diperoleh terdiri atas data ordinal dan dikategorikan menggunakan skala penilaian menurut Sugiyono [18]. Kriteria penilaiannya adalah sebagai berikut : 0-20 termasuk dalam kategori sangat kurang ; nilai 21-40 termasuk dalam kategori kurang ; nilai 41-60 termasuk dalam kategori cukup; nilai 61-80 termasuk dalam kategori baik; dan nilai 81-100 sangat baik.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis dari enam DKL pada praktikum isolasi DNA akan dijelaskan berdasarkan aspek struktur dan konstruksi pengetahuan menurut Novak dan Gowin [17]. Selain itu, akan dijelaskan mengenai kekurangan pada DKL berdasarkan hasil analisis dan uji coba sebagai bahan pertimbangan untuk mengevaluasi dan merekonstruksi DKL alternatif baru. Masing-masing pembahasan dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.1. Hasil Analisis

Instrumen untuk menganalisis struktur DKL diadopsi dari penelitian Maftuhah & Supriatno [19] yang meliputi aspek: judul, tujuan, prosedur dan perekaman data, serta aspek alat dan bahan yang dikembangkan peneliti dengan skor masing-masing. Hasil analisis yang dilakukan pada enam DKL yang dipilih berdasarkan analisis struktur dan konstruksi pengetahuan dapat dilihat pada [Tabel 1](#) dan [Tabel 2](#).

Tabel 1. Hasil Analisis Struktur DKL

No	Indikator	Skor						(%)	Kategori
		DKL 1	DKL 2	DKL 3	DKL 4	DKL 5	DKL 6		
1.	Judul	2	1	2	2	1	2	55	Cukup
2.	Tujuan	1	2	1	1	3	2	44	Cukup
3.	Alat dan Bahan	2	1	2	3	2	2	66	Baik
4.	Prosedur	1	1	1	1	2	2	44	Cukup
5.	Perekaman Data	0	1	2	1	0	3	39	Kurang
Jumlah		6	6	9	7	7	11		
Persentase (%)		40	40	60	46	46	73		
Kategori		Kurang	Kurang	Baik	Cukup	Cukup	Baik		

Data pada [Tabel 1](#) menunjukkan bahwa keenam DKL hampir mempunyai struktur yang lengkap, yaitu mempunyai judul, tujuan, alat dan bahan, prosedur, dan perekaman data. Berdasarkan analisis, aspek judul dikategorikan cukup. Pada enam DKL, terdapat semua judul yang sudah menggambarkan kegiatan, namun tidak berbentuk kalimat tanya yang bisa menggambarkan proses ke depannya. Judul yang tidak berbentuk kalimat tanya, sehingga sulit untuk menjelaskan proses ilmiah atau membuat konstruksi pengetahuan [20]. Tujuan dikategorikan cukup yang ditandai dengan tujuan pada keenam DKL yang mengonstruksi pengetahuan faktual dan konseptual siswa, kecuali pada DKL 5 yang bisa mencantumkan tujuan yang mengonstruksi pengetahuan prosedural. Banyak tujuan desain kegiatan laboratorium tidak jelas dan terkadang tidak sesuai dengan peristiwa atau objek yang diamati [21]. Maka dari itu, tujuan harus dituliskan yang sesuai dengan objek serta sesuai dengan pertanyaan fokus. Aspek alat dan bahan merupakan aspek yang terbaik pada hasil analisis, dikarenakan alat dan bahan yang tercantum di DKL sudah sesuai untuk memunculkan objek yang ingin diamati. Prosedur yang dirumuskan sudah relevan dengan tujuan, terstruktur dan logis namun belum mengonstruksi pengetahuan pada siswa. Perekaman data merupakan aspek yang dikategorikan kurang pada analisis ini dikarenakan tidak terdapat tabel pengamatan secara tersurat. DKL 1 hanya diinstruksikan secara langsung tanpa tabel, sedangkan pada DKL 5 tidak terdapat DKL ataupun instruksi untuk mencatat data. Hal di atas merupakan hal mendasar yang perlu diperhatikan dalam membuat sebuah DKL. Desain kegiatan laboratorium yang baik memiliki delapan komponen: judul kegiatan, tujuan atau kompetensi dasar yang akan dicapai, waktu yang dialokasikan untuk menyelesaikannya, peralatan dan bahan yang diperlukan, langkah kerja, pertanyaan diskusi, dan laporan yang harus dibuat [22].

Tabel 2. Hasil Analisis Konstruksi Pengetahuan

No	Indikator	Skor						%	Kategori
		DKL 1	DKL 2	DKL 3	DKL 4	DKL 5	DKL 6		
1.	<i>Focus question</i>	0	1	0	0	0	0	5	Sangat kurang
2.	<i>Object/ events</i>	1	1	1	1	1	1	33	Kurang
3.	<i>Theory, principles</i>	1	2	1	1	3	0	33	Kurang
4.	<i>Records/ transformations</i>	0	1	1	1	0	2	21	Kurang
5.	<i>Knowledge claim</i>	1	0	2	1	2	2	33	Kurang
Jumlah		3	4	5	4	6	5		
Presentase (%)		16	22	27	22	33	27		
Kategori		Sangat kurang	Kurang	Kurang	Kurang	Kurang	Kurang		

Analisis konstruk pengetahuan menggunakan instrumen diagram vee. Diagram vee digunakan sebagai alat heuristik yang dapat digunakan untuk menyusun dan mengevaluasi tahapan konstruk pengetahuan dalam kegiatan praktikum [17]. Diagram vee dirancang oleh Novak dan Gowin untuk membantu siswa memahami konsep dan hubungan antarkonsep serta hierarki pengetahuan. Dua sisi diagram vee yang saling mendukung dari sisi konseptual dan sisi metodologi (bekerja) [23]. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada keenam DKL yang dianalisis hanya ada 1 DKL yang memiliki *focus question*. Sementara itu, terdapat pada DKL 2 yang mencantumkan rumusan masalah dapat diidentifikasi sebagai *focus question* meskipun tidak mengarahkan terhadap objek ataupun konsep yang akan dipelajari pada praktikum tersebut. Lima DKL yang lain tidak memiliki *focus question* sehingga perlu menjadi catatan karena hanya 5% yang memuat pertanyaan fokus di DKL. Adanya *focus question* akan membuka pemahaman siswa terkait proses praktikum. Pertanyaan DKL sangat penting karena dapat mengarahkan siswa pada kegiatan praktikum pada objek tertentu, selain itu dapat juga membantu siswa dalam mengumpulkan data dan mengonstruksi pengetahuan [17]. Secara keseluruhan DKL yang dianalisis memiliki objek yang muncul, namun tidak mengarah ke *focus question*. Jika ditinjau dari aspek teori, prinsip, dan konsep ternyata hanya sedikit konsep yang muncul namun tidak mengerucut pada prinsip maupun teori sebagai sebuah sebab akibat dari kejadian objek yang akan diamati.

Pencatatan data analisis DKL dapat menggunakan pendekatan kualitatif, seperti pencatatan ketebalan dengan menggunakan simbol (+) untuk mencatat ketebalan DNA, yang tidak memberikan keterangan yang jelas tentang makna dari pemberian simbol tersebut. Ada yang sudah menggunakan satuan yang jelas, namun secara instruksi pencatatan data secara detail tidak ada. Bahkan pada DKL 1 dan DKL 5 tidak menyertakan tabel pengamatan, sehingga konstruk pengetahuan siswa dari hasil pengamatan tidak bisa diinterpretasi. Hal ini selaras dengan penelitian Andriyanto & Supriatno [20], tidak terdapat tabel pengamatan menyebabkan siswa membuat banyak interpretasi, dan tabel hasil pengamatan yang dibuat diharapkan tidak dapat merekam fenomena yang seharusnya diamati. Sedangkan aspek terakhir perolehan pengetahuan sebesar 33% artinya perolehan pengetahuan tidak konsisten dengan data atau peristiwa yang dicatat dan diinterpretasi. Hal ini juga menunjukkan siswa tidak mampu mengonstruksi konsep, teori, dan prinsip sehingga mereka tidak dapat mengubah fakta menjadi konsep dan mengaitkan apa yang mereka ketahui dengan apa yang mereka ketahui sebelumnya.

Proses ini ditinjau dari kualitas pertanyaan yang diberikan di DKL, seberapa kuat mengonstruksi pengetahuan berdasarkan teori, konsep, prinsip, interpretasi dari transformasi data untuk memperoleh pengetahuan baru dari kegiatan praktikum. Berdasarkan analisis di atas, perlunya dilakukan rekonstruksi DKL alternatif untuk praktikum isolasi DNA.

3.2. Uji Coba DKL

Hasil ujicoba DKL dapat dilihat pada [Gambar 2](#).

Lembaran Kerja Siswa (LKS) Nomor 3 Biologi kelas XII	
A. Judul Kegiatan : Isolasi DNA sederhana	D. Cara Kerja :
B. Tujuan : Mengisolasi DNA dari buah-buahan	1. Bersihkan buah yang akan diuji dari kulitnya dan timbanglah sebanyak 259 gram
C. Alat dan Bahan :	2. Masukkan buah tersebut kedalam blender dan tambahkan 250 ml aquades, blender selama 1 menit
1. Gelas plastik	3. Saringlah jus buah yang telah diblender sebanyak 3 kali. Penyaringan Pertama menggunakan penyaring biasa, penyaring kedua menggunakan kain penyaring dan penyaring ketiga menggunakan kertas saring.
2. Gelas beker	4. Masukkan air hasil saringan (alikat) kedalam gelas beker.
3. Pipet tetes	5. Buatlah larutan garam dan detergen dengan mencampurkan 1 sendok detergen ditambah 2 spatula NaCl lalu ditambahkan dengan 56 ml aquades, aduklah selama 15 menit hingga larut. Pengadukan dilakukan dengan perlahan agar tidak ada buih yang dihasilkan dari pengadukan.
4. Saringan biasa	6. Masukkan alikat yang sudah siap ke dalam tabung reaksi sebanyak 2 ml, kemudian tambahkan dengan larutan detergen garam. Selanjutnya aduklah secara perlahan-lahan agar tidak menghasilkan buih selama 3 menit.
5. Kain penyaring	7. Selanjutnya, tambahkan etanol absolute dingin sebanyak 6 ml kedalam tabung reaksi yang berisi alikat yang telah tercampur dengan larutan detergen garam. Penambahan etanol dilakukan tetes demi tetes melalui dinding tabung reaksi.
6. Kertas saring	8. Catatlah ketebalan benang-benang DNA, yang terbentuk pada setiap jus buah.
7. Blender	E. Pertanyaan
8. Gelas corong	1. Berapah lama waktu yang diperlukan benang-benang DNA pada setiap jus buah?
9. Tabung reaksi	2. Berapah ketebalan benang-benang DNA yang terbentuk pada setiap jus buah?
10. Rak tabung reaksi	3. Buatlah kesimpulan dari kegiatan ini!
11. Spatula	
12. Gelas ukur	
13. Timbangan	
14. Stopwatch	
15. Pisau	
16. Buah-buahan (Melon, semangka, tomat, nenas, jeruk, papaya, alfukat)	
17. Detergen bubuk	
18. Aquades	
19. Garam dapur	
20. Etanol absolute dingin	

Lembaran Kerja Siswa (LKS) Nomor 3 Biologi kelas XII	
A. Judul Kegiatan : Isolasi DNA sederhana	D. Cara Kerja :
B. Tujuan : Mengisolasi DNA dari buah-buahan	1. Bersihkan buah yang akan diuji dari kulitnya dan timbanglah sebanyak 259 gram
C. Alat dan Bahan :	2. Masukkan buah tersebut kedalam blender dan tambahkan 250 ml aquades, blender selama 1 menit
1. Gelas plastik	3. Saringlah jus buah yang telah diblender sebanyak 3 kali. Penyaringan Pertama menggunakan penyaring biasa, penyaring kedua menggunakan kain penyaring dan penyaring ketiga menggunakan kertas saring.
2. Gelas beker	4. Masukkan air hasil saringan (alikat) kedalam gelas beker.
3. Pipet tetes	5. Buatlah larutan garam dan detergen dengan mencampurkan 1 sendok detergen ditambah 2 spatula NaCl lalu ditambahkan dengan 56 ml aquades, aduklah selama 15 menit hingga larut. Pengadukan dilakukan dengan perlahan agar tidak ada buih yang dihasilkan dari pengadukan.
4. Saringan biasa	6. Masukkan alikat yang sudah siap ke dalam tabung reaksi sebanyak 2 ml, kemudian tambahkan dengan larutan detergen garam. Selanjutnya aduklah secara perlahan-lahan agar tidak menghasilkan buih selama 3 menit.
5. Kain penyaring	7. Selanjutnya, tambahkan etanol absolute dingin sebanyak 6 ml kedalam tabung reaksi yang berisi alikat yang telah tercampur dengan larutan detergen garam. Penambahan etanol dilakukan tetes demi tetes melalui dinding tabung reaksi.
6. Kertas saring	8. Catatlah ketebalan benang-benang DNA, yang terbentuk pada setiap jus buah.
7. Blender	E. Pertanyaan
8. Gelas corong	1. Berapah lama waktu yang diperlukan benang-benang DNA pada setiap jus buah?
9. Tabung reaksi	2. Berapah ketebalan benang-benang DNA yang terbentuk pada setiap jus buah?
10. Rak tabung reaksi	3. Buatlah kesimpulan dari kegiatan ini!
11. Spatula	
12. Gelas ukur	
13. Timbangan	
14. Stopwatch	
15. Pisau	
16. Buah-buahan (Melon, semangka, tomat, nenas, jeruk, papaya, alfukat)	
17. Detergen bubuk	
18. Aquades	
19. Garam dapur	
20. Etanol absolute dingin	

Gambar 2. DKL Uji Coba

Judul dan tujuan baru memunculkan objek yang akan diamati, namun belum memberikan pertanyaan fokus untuk mengarahkan kegiatan praktikum agar fokus pada peristiwa atau objek tertentu. Pada alat dan bahan sudah bisa menggambarkan fenomena yang ingin diamati, namun tidak menggunakan satuan yang jelas serta tidak memisahkan antara alat dan bahan. Bahan buah yang akan diisolasi cukup representatif untuk mengukur perbedaan dari fenomena yang ingin diamati, namun hal tersebut tidak disebutkan pada tujuan, padahal hal tersebut penting untuk dimunculkan. Perlakuan sampel buah untuk diisolasi sama. Prosedur yang disusun sudah bisa memunculkan fenomena yang ingin diamati, namun perlu direkonstruksi untuk susunan prosedur yang jelas agar siswa tidak salah menafsirkan dalam pengerjaan. Perekaman data dalam DKL ini hanya berupa perintah ketebalan DNA tanpa menyebutkan satuan yang jelas untuk bisa diukur. Hal ini membuat siswa bisa salah menafsirkan data dan bingung untuk menginterpretasikan data yang dihasilkan dan mentransformasi data dengan menjawab pertanyaan yang terdapat di DKL. Konstruksi pengetahuan dari DKL ini sangat kurang, hanya mendapatkan nilai sebesar 16%, dan hal ini harus menjadi bahan pertimbangan untuk merekonstruksi DKL.

3.3. Rekonstruksi DKL

Hasil dari analisis keenam DKL dari struktur dan konstruksi pengetahuan dan uji coba menjadi dasar dalam rekonstruksi DKL. Berdasarkan hasil analisis struktur, kekurangan dalam DKL yang perlu menjadi sorotan adalah dalam pencatatan data. Tabel pengamatan yang terdapat di DKL belum muncul untuk memfasilitasi kemampuan literasi kuantitatif siswa. Proses berpikir siswa dilibatkan untuk memfasilitasi kemampuan literasi kuantitatif siswa. Berdasarkan analisis dan pertimbangan di atas, rekonstruksi dilakukan pada praktikum isolasi DNA. Rekonstruksi dilakukan untuk menutupi kekurangan yang ada, baik dari sisi struktur maupun konstruksi pengetahuan. DKL yang direkonstruksi juga mempertimbangkan aspek yang muncul untuk memfasilitasi kemampuan literasi kuantitatif siswa yang terdiri dari kalkulasi, representasi, interpre, sehingga kegiatan praktikum dapat dilakukan seoptimal mungkin. Berikut ini rekonstruksi DKL isolasi DNA disajikan pada **Gambar 3**.

DESAIN KEGIATAN LABORATORIUM ISOLASI DNA Sederhana

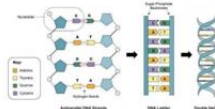
1. Judul "Bagaimana Laju DNA yang terisolasi dan ketebalannya dari Sampel Buah-Buahan melalui Metode Sederhana?"

2. Tujuan

- Siswa mampu memahami prinsip dasar dalam mengisolasi DNA
- Siswa mampu membedakan hasil laju dan ketebalan DNA yang berhasil diisolasi dengan sampel buah yang berbeda berdasarkan banyaknya kuantitas air pada buah
- Siswa mampu mengaitkan proses isolasi DNA dengan penerapan Teknik isolasi DNA di kehidupan sehari-hari pada materi Bioteknologi

3. Dasar Teori

DNA (Deoxyribonucleic Acid) adalah materi molekuler (molekul utama) yang mengkode semua informasi yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dalam setiap organisme. Komponen utama kromosom pada sel eukariot adalah molekul Deoxyribonucleic Acid (DNA) dan protein histon. Protein histon ini bersifat basa, sehingga dapat memuatkan sifat asam dari DNA. Pada dasarnya sel mengandung dua asam nukleat, yaitu Ribonucleic acid (RNA) dan DNA. DNA yang dijumpai di makluk disebut DNA kromosom, DNA lain yang terdapat dalam sel di luar makluk yaitu DNA mitokondria, DNA kloroplas, DNA plasmid, ketiganya disebut DNA ekstrakromosomal. DNA terdiri atas rantai polinukleotida yang saling berpilin membentuk double helix. DNA tersusun atas basa nitrogen, molekul gula dengan 5 atom karbon, serta gugus fosfat. Basa nitrogen yang menyusun DNA adalah basa purin terdiri dari adenin (A) dan guanisin (G) serta basa pirimidin sisidin (C) dan timin (T) (Arisyita et al., 2015), struktur molekul DNA bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Struktur Molekul DNA
Sumber : (Crowder, 2006)

MATERI BIOTEKNOLOGI

Ekstraksi atau isolasi DNA merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk memurnikan atau mendapatkan untai DNA dari suatu sel. Isolasi DNA merupakan prosedur pertama yang harus dilakukan untuk mempelajari suatu sekuens DNA, serta dalam analisis struktur genom dan ekspresi gen. Hasil DNA yang didapatkan dari proses ekstraksi nantinya akan sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas DNA. Kualitas DNA yang didapatkan tidak terkontaminasi oleh pengotor (Protein, RNA atau etanol) serta memiliki konsentrasi yang tinggi, hal ini merupakan tahap awal yang sangat menentukan dalam kegiatan penelitian dibidang biologi molekuler ataupun studi genetika (Crowder, 2006).

Untuk memperoleh isolat DNA dari sampel ada beberapa tahapan yang harus dilakukan dengan benar, yaitu:

1) Lisis

Lisis dapat dilakukan secara mekanik misalnya dengan penggerusan atau penumbukan maupun secara kimiawi misalnya dengan penambahan senyawa buffer kationik seperti deterjen. Pada praktikum ini melakukan lisis dengan menggunakan blender agar bisa menghasilkan hasil yang maksimal.

2) Pemisahan DNA dari Pengotor

DNA yang tercampur dengan polisakarida, protein, dan pengotor lainnya perlu dibersihkan. Pemisahan DNA dilakukan dengan ekstraksi menggunakan larutan CI (dalam praktikum ini menggunakan garam) atau dengan sentrifugasi. Larutan kloroform dapat menghilangkan kontaminasi akibat polisakarida sedangkan sentrifugasi akan memisahkan molekul-molekul berdasarkan bobot molekulnya

3) Presipitasi dan Pemurnian DNA

Presipitasi DNA biasanya dilakukan dengan alkohol (etanol dan isopropanol) yang dingin dibawah kondisi ionik yang kuat. Larutan-larutan tersebut dapat mengendapkan DNA sedangkan kontaminan yang lain akan tetap larut. Pemurnian DNA dilakukan dengan pencucian pellet DNA yang diperoleh dengan EtOH 70%.

Meskipun isolasi DNA dapat dilakukan dengan berbagai cara, akan tetapi pada setiap jenis atau bagian tanaman dan dapat memberikan hasil yang berbeda, hal ini karena adanya senyawa polifenol dan polisakarida dalam konsentrasi tinggi yang dapat menghambat pemurnian DNA. Jika isolasi DNA dilakukan dengan sampel buah, maka kadar air yang pada masing-masing buah berbeda, dapat memberi hasil yang berbeda pula. Maka dari itu melalui praktikum ini akan dibuktikan hasil laju DNA yang terisolasi dan ketebalannya berdasarkan jenis buah yang berbeda.

DESAIN KEGIATAN LABORATORIUM ISOLASI DNA Sederhana

4. Alat dan Bahan

No	Alat	Jumlah (qty)	Bahan	Jumlah (qty)
1.	Gelas plastik	2 pcs	Sampel buah (tomat, stroberi, jeruk, alpukat, pisang)	Perbuah (25 gr)
2.	Erlenmeyer	5 unit (50ml)	Aquades	175 ml
3.	Pipet tetes	2 pcs	Deterjen bubuk	1 sendok spatula
4.	Kain penyaring/ penyaring teh	1 pcs	Garam dapur	2 sendok spatula
5.	Saringan biasa (kasus)	5 unit	Etanol	30 ml (10ml per/buah)
6.	Kertas saring	5 lembar	Es batu	seukupnya
7.	Blender	1 unit		
8.	Corong plastik/kaca	1 pcs		
9.	Tabung reaksi	6 pcs		
10.	Rak tabung reaksi	1 rak		
11.	Spatula	1 pcs		
12.	Batang pengaduk	1 pcs		
13.	Pisau	1 pcs		
14.	Gelas ukur	- 1 pcs (10ml) - 1 pcs (25ml)		
15.	Timbangan digital	1 unit		
16.	Stopwatch/ timer hp	1 unit		
17.	Penggaris	1 pcs		

5. Prosedur

- Bersihkan dan kupaslah kulit dari sampel buah yang akan diamati, dan timbanglah perbuah sebanyak 25gr menggunakan timbangan digital.
- Haluskan sampel buah menggunakan blender, lalu tambahkan 25ml aquades pada setiap buah dan blender selama 30 detik.
- Saringlah jus buah yang telah di blender sebanyak 3 kali :
 - Penyaringan pertama menggunakan saringan biasa menggunakan kain kasa
 - Penyaringan kedua menggunakan kain saring / saringan teh
 - Penyaringan ketiga menggunakan kertas saring dengan meletakkan kertas penyaring diatas corong.
- Legasikan menyaring dilakukan pada setiap jus buah (5 jus buah)
- Buatlah larutan garam dan deterjen dengan mencampurkan 1 sendok spatula deterjen lalu tambahkan 2 sendok spatula garam dapur (NaCl) dan larutan dengan aquades 50ml di gelas plastik. Aduklah menggunakan batang pengaduk selama 5 menit hingga larut.

*Legasikan dilakukan dengan perlahan agar tidak ada buah yang dihasilkan dari pengadukan

- Masukkan alikat (jus buah) yang telah disaring kedalam tabung reaksi sebanyak 2ml menggunakan pipet tetes yang diukur menggunakan gelas ukur (10 ml)
- Masukkan larutan deterjen dan garam kedalam tabung reaksi yang berisi jus buah sedikit demi sedikit sebanyak 4ml, lalu aduklah perlahan dengan cara mengayun.
- Lalu, masukkan es batu secukupnya didalam gelas plastik, selanjutnya masukkan etanol ke tabung reaksi dan biarkan es mendinginkan etanol selama 2 menit. Lalu ukurlah etanol sebanyak 6ml menggunakan gelas ukur, lalu masukkan kedalam setiap jus buah yang bercampur larutan deterjen dan garam.
- Setelah dicampurkan etanol dingin, nyalakan stopwatch/timer hp. Amatilah perubahan yang terjadi.
- Catatalah fenomena yang terjadi pada jus buah di tabung reaksi dalam tabel pengamatan dibawah ini.

6. Tabel Pengamatan

Pengamatan isolasi DNA berdasarkan fenomena laju terisolasi DNA buah dengan satuan detik (sec) dan ketebalan DNA yang terisolasi dengan satuan cm menggunakan penggaris. Catatalah tabel pengamatan tersebut dengan format dibawah :

No	Buah	Pengamatan	
		Laju DNA terisolasi (detik)	Ketebalan DNA terisolasi (cm)
1.	Tomat		
2.	Stroberi		
3.	Jeruk		
4.	Alpukat		
5.	Pisang		

7. Pertanyaan

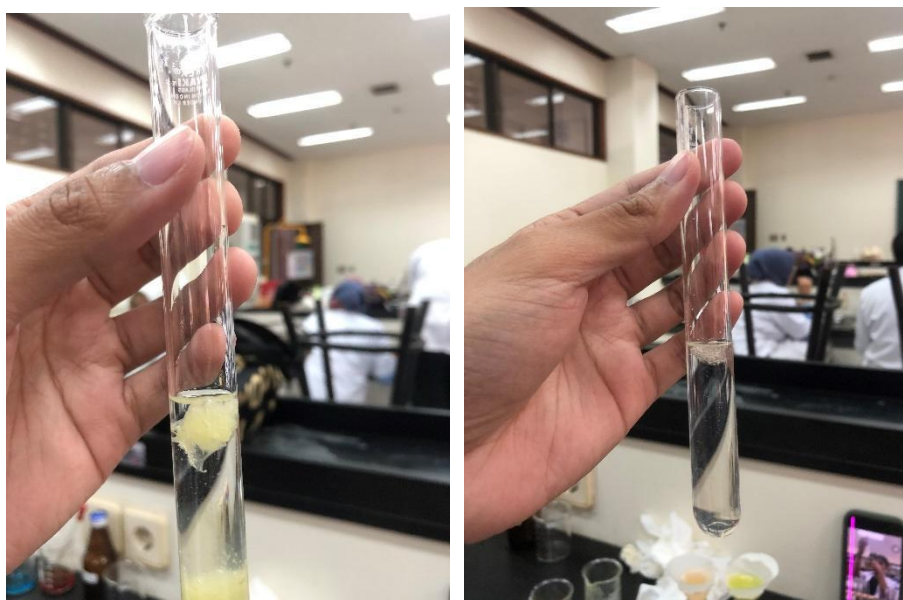
- Berapa lama waktu yang diperlukan setiap buah dalam membentuk DNA ?
- Bagaimana ketebalan DNA yang terbentuk pada setiap buah ?
- Apakah ada perbedaan laju DNA yang terisolasi dan ketebalannya jika menggunakan jenis sampel yang berbeda? Jelaskan dan gambarkan grafik nya berupa diagram batang terhadap setiap jus buah pada masing-masing variabel !
- Apa fungsi dari penambahan larutan deterjen dan garam pada pengamatan ini ?
- Apa fungsi menambahkan etanol dingin ke jus buah yang telah ditambahkan larutan deterjen dan garam ?
- Sejakkan fungsi dari isolasi DNA dalam kehidupan sehari-hari dari berbagai bidang bioteknologi ?
- Dari hasil percobaan diatas berikan kesimpulan dan kaitkan penerapan Teknik isolasi DNA dalam kehidupan sehari-hari.

Daftar Pustaka

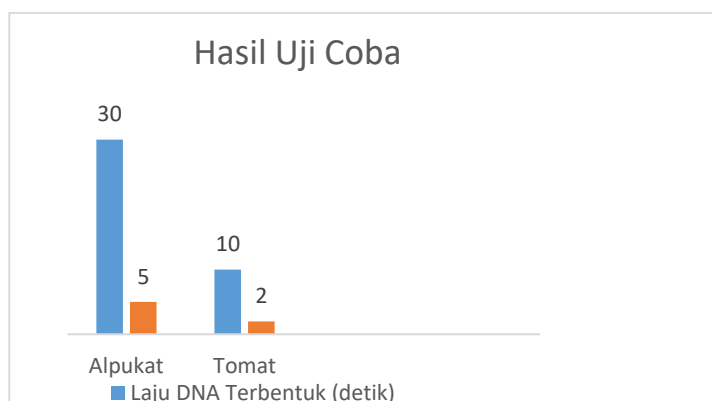
- Arisyita, G.R., Daryono, B.S., Handayani, N.S.N & Arisuryanti, T. (2015). Karakterisasi Kromosom Tumbuhan dan Hewan. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
Crowder, L.V. 2006. Genetika Tumbuhan. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta

Gambar 3. Hasil Rekonstruksi DKL

Desain praktikum disusun dengan memunculkan *focus question* yang berada di judul agar dapat memberi gambaran proses kegiatan praktikum “*bagaimana laju dna yang terbentuk dan ketebalannya dari proses isolasi dna melalui metode sederhana menggunakan sampel buah ?*”. Oleh karena itu, didesain panduan praktikum untuk mengukur variabel dari *focus question* dan memperhatikan prosedur, pencatatan data, serta pertanyaan yang diharapkan bisa mengonstruksi pengetahuan siswa untuk mencapai tujuan praktikum dan memfasilitasi kemampuan literasi kuantitatif siswa. Setelah direkonstruksi, peneliti mencoba untuk mengujinya pada perwakilan masing-masing sampel untuk melihat kelayakan DKL dalam menemukan objek/fenomena, mengonstruksi pengetahuan serta memfasilitasi kemampuan literasi kuantitatif siswa. Menggunakan sampel buah yang mengandung banyak air, seperti tomat, dan yang mengandung sedikit air, yaitu alpukat. Uji coba DKL dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Jurusan Biologi UPI. Hasil yang ditunjukkan memiliki perbedaan terkait laju terbentuknya DNA dan ketebalan DNA-nya. Semakin tinggi kadar air, jumlah sel yang terlarut dalam ekstrak cenderung semakin sedikit sehingga DNA yang berhasil dipresipitasi juga menjadi lebih sedikit [16]. Hasil uji coba ditunjukkan pada [Gambar 4](#) dan [Gambar 5](#).



Gambar 4. Hasil DNA Terbentuk (Alpukat) dan Hasil DNA yang Terbentuk (Tomat)



Gambar 5. Diagram Hasil Uji Coba

[Gambar 4](#) dan [Gambar 5](#) menunjukkan bahwa hasil uji coba DKL rekonstruksi dapat memunculkan data kuantitatif berupa laju DNA yang terbentuk dari hasil isolasi dengan menggunakan satuan detik dan ketebalannya menggunakan satuan cm. Kemampuan tersebut termasuk kemampuan kalkulasi.

Hasil kalkulasi laju DNA yang terbentuk dan ketebalan pada berbagai jus (aliko) buah selanjutnya bisa ditransformasikan ke dalam diagram batang pada masing-masing variabel terhadap tiap jus buah yang telah dihaluskan untuk diisolasi dan diamati variabelnya. Data yang ditransformasikan bisa dijelaskan terkait perbedaan yang berdasarkan kandungan air pada buah memberikan hasil yang berbeda terhadap variabel yang ada. Pencatatan data dan pertanyaan yang direkonstruksi mempertimbangkan aspek penyelidikan hakikat sains pada kriteria menjawab pertanyaan terkait penggunaan materi, mengharuskan peserta didik untuk menyelesaikan pertanyaan melalui pemakaian grafik-grafik, tabel-tabel, dan diagram-diagram, mengharuskan peserta didik untuk menjelaskan jawaban dari sebuah peristiwa, dan melibatkan peserta didik dalam eksperimen/aktivitas berpikir [24], [25]. Perekaman data menggunakan data kuantitatif berupa laju DNA yang terbentuk dalam satuan detik dan ketebalan DNA dalam satuan cm, dan disajikan dalam bentuk diagram batang pada masing-masing variabel di tiap jus yang ada untuk dijelaskan perbedaannya. Kemampuan kalkulasi, representasi, interpretasi, dan asumsi merupakan bagian dari literasi kuantitatif yang tergambar pada DKL alternatif ini dilengkapi dengan tabel pengamatan dan daftar pertanyaan yang dapat mendukung pengembangan keterampilan literasi kuantitatif peserta didik [19].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan uji coba praktikum isolasi DNA, terdapat kesimpulan yaitu: 1) analisis DKL sampel menunjukkan secara struktural pada kategori cukup, dan konstruksi pengetahuan berada pada kategori kurang, sehingga perlu desain DKL alternatif. 2) Uji coba DKL sampel menunjukkan bahwa masih terdapat kekurangan, yaitu DKL belum menghadirkan perekaman data secara kuantitatif dan membuat siswa salah interpretasi terhadap data. 3) Rekonstruksi DKL alternatif dan hasil uji coba dari DKL rekonstruksi dapat menghadirkan data kuantitatif sehingga kemampuan literasi kuantitatif siswa bisa difasilitasi dengan transformasi data sehingga interpretasi data bisa digunakan. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu menguji efektivitas DKL alternatif yang telah direkonstruksikan terhadap literasi kuantitatif menggunakan metode eksperimen quasi-experimental pretest-posttest design. Selain itu, peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan DKL isolasi DNA dengan variabel yang berbeda.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti berterima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah pengembangan kegiatan laboratorium Pendidikan biologi yang telah membimbing untuk perbaikan dalam penulisan artikel. Penulis berharap hasil penelitian bisa bermanfaat sebagai referensi bagi penelitian dengan *scope* yang sama untuk penelitian kegiatan laboratorium biologi di sekolah.

Daftar Pustaka

- [1] R. Millar, *The role of practical work in the teaching and learning of science. Commissioned paper-Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision*. Washington DC: National Academy of Sciences, 2004.
- [2] I. Abraham and R. Millar, "Does Practical Work Really Work ? A Study of The Effectiveness of Practical Work as A Teaching and Learning Method in School Science," *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 30, no. 14, pp. 1-25, 2008.
- [3] R. Chandra and D. Hidayati, "Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium IPA," *Edugama-Jurnal Kependidikan dan Sos. Keagamaan*, vol. 6, no. 1, pp. 26-37, 2020, doi: <https://doi.org/10.32923/edugama.v6i1.1289>.

- [4] N. S. Aisya, Saefudin, B. Supriatno, and S. Anggraeni, "Penerapan Diagram Vee dalam Model Pembelajaran Inquiry Lab dan Group Investigation untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Kuantitatif Kelas VII pada Materi Pencemaran Lingkungan," in *Proceding Biology Education Conference*, 2016, p. 13(1).
- [5] N. Rustaman and A. R. Wulan, "Kegiatan Laboratorium dalam Pembelajaran Biologi," Universitas Terbuka, 2007.
- [6] B. Supriatno, "Profil lembar kegiatan biologi siswa sekolah menengah," in *Proseding Seminar Nasional Jurusan Pendidikan Biologi*, Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2007.
- [7] B. Supriatno, "Uji langkah kerja laboratorium biologi sekolah," in *Proseding Seminar Nasional Jurusan Pendidikan Biologi*, Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2009.
- [8] N. A. Muzakki, B. Supriatno, and S. Anggraeni, "Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) Pada Materi Bioteknologi dengan Pendekatan Saintifik," *BIOEDUSAINS J. Pendidik. Biol. dan Sains*, vol. 4, no. 2, pp. 136–145, 2021, doi: <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v4i2.2329>.
- [9] B. Supriatno, "Praktikum untuk Membangun Kompetensi," in *Proceding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental and Learning*, 2018, pp. 1–8.
- [10] J. Capah and S. Fuadiyah, "Analisis Kualitas Lembar Kerja Praktikum pada Materi Sel Menggunakan Diagram Vee," *J. Lesson Learn. Stud.*, vol. 4, no. 2, pp. 238–245, 2021, doi: <https://doi.org/10.23887/jlls.v4i2.38271>.
- [11] E. B. Speth *et al.*, "1, 2, 3, 4: Infusing Quantitative Literacy into Introductory Biology," *CBE-Life Sci. Educ.*, vol. 9, pp. 323–332, 2010, doi: [10.1187/cbe.10](https://doi.org/10.1187/cbe.10).
- [12] E. Nuraeni, S. Redjeki, and A. Rahmat, "Perkembangan Literasi Kuantitatif Mahasiswa Biologi dalam Perkuliahan Anatomi Tumbuhan berbasis Dimensi Belajar," pp. 127–135, 2010.
- [13] L. Sevgi, "Speaking with Numbers: Scientific Literacy and Public Understanding of Science," *Turk J Elec Engin*, vol. 14, no. 1, pp. 33–40, 2006.
- [14] J. Skalicky, "Quantitative Literacy in a Reform-based Curriculum and Implications for Assessment," in *AARE Annual Conference*, 2004, pp. 1–15.
- [15] A. S. Riyaldi, B. Supriatno, S. Anggraeni, D. P. Biologi, U. P. Indonesia, and K. L. Kuantitatif, "Desain Kegiatan Laboratorium Alternatif: Memfasilitasi Keterampilan Literasi Kuantitatif Siswa melalui Praktikum Respirasi Anaerob," *Bioedusiana J. Pendidik. Biol.*, vol. 6, no. 1, pp. 104–120, 2021, doi: <https://doi.org/10.37058/bioed.v6i1.3103>.
- [16] C. Paramita, L. Longo, Y. G. Zebua, E. Winata, and S. F. Azzahra, "Isolasi DNA Pada Buah Jeruk, Semangka, dan Melon," *EduChems J. Penelit. Pendidik. Kim. Pendidikan, dan Kim.*, vol. 1, no. 1, pp. 100–111, 2026.
- [17] J. D. Novak and D. B. Gowin, *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press, 1984.
- [18] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- [19] Maftuha and B. Bambang, "Analisis dan Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) Praktikum Fotosintesis Berbasis Literasi Kuantitatif," *JiIP (Jurnal Ilm. Ilmu Pendidikan)*, vol. 6, no. 12, pp. 9679–9684, 2023, doi: <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i12.2288>.
- [20] I. Andriyanto and B. Supriatno, "Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) berbasis ANCORB pada Praktikum Uji Makanan," *JiIP (Jurnal Ilm. Ilmu Pendidikan)*, vol. 6, no. 10, pp. 7602–7608, 2023, doi: <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i10.2216>.
- [21] N. . Wahidah, B. Supriatno, and M. . Kusumastuti, "Analisis Struktur dan Kemunculan Tingkat Kognitif pada Desain Kegiatan Laboratorium Materi Fotosintesis," *Assim. Indones. J. Biol. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 70–76, 2015, doi: <https://doi.org/10.17509/aijbe.v1i2.13050>.
- [22] W. Kurniasih, B. Supriatno, and S. Anggraeni, "Alternatif Lembar Kerja Peserta Didik Materi Osmosis berbasis ANCORB," *J. Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 6, no. 3, pp. 266–280, 2020, doi: <https://doi.org/10.22437/bio.v6i3.39451>.
- [23] F. Harsawati, S. Anggraeni, and B. Supriatno, "Analisis Lembar Kerja Siswa Praktikum Biologi SMA pada Materi Uji Kandungan Zat Makanan," *BIODIK J. Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 6, no. 4, pp. 570–583, 2020, doi: <https://doi.org/10.22437/bio.v6i4.9456>.

- [24] E. L. Chiappetta and D. A. Fillman, "A Quantitative Analysis of High School Chemistry Textbooks for Scientific Literacy Themes and Expository Learning Aids," *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 28, no. 10, pp. 939-951, 1991.
- [25] S. Sugiharti, M. K. Sugandi, and I. Aripin, "Analisis Buku Teks Biologi Kelas XII SMA berdasarkan Literasi Sains pada Materi Bioteknologi," *Mirabilis J. Biol. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 1-12, 2023, doi: <https://doi.org/10.56916/jm.v2i1.349>.