

**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH
(*Selenicereus monacanthus* L) DAN VARIASI
KONSENTRASI MORDAN SEBAGAI PEWARNA ALAMI
PREPARAT MITOSIS AKAR BAWANG (*Allium cepa* L)
UNTUK SUMBER BELAJAR BIOLOGI**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat guna memperoleh
gelar sarjana dalam ilmu pendidikan biologi



Diajukan Oleh :

HIDAYATUS SHOLIHA

NIM : 2108086111

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Program Studi Pendidikan Biologi

Jl. Prof. Hamka Kampus III UIN Walisongo Semarang, Jawa Tengah Indonesia

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* L) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa* L.) Untuk Sumber Belajar Biologi"
Nama : Hidayatus Sholihah
NIM : 2108086111

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan dalam bidang Ilmu Biologi.

Semarang, 15 Juli 2025

Dewan Penguji

Penguji I,

Arifah Purnamaningrum, M.Sc.
NIP. 198905222019032010



Penguji II,

Mirtati Na'imah, M.Sc.
NIP. 198809302019032016

Penguji III,

Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
NIP. 19890821201932013

Penguji IV,

Dian Tauhidah, M.Pd.
NIP. 199310042019032014

Pembimbing I,

Arifah Purnamaningrum, M.Sc.
NIP. 198905222019032010

Pembimbing II,

Dr. H. Ruswan, M.A.
NIP. 196804241993031004

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hidayatus Sholiha

Nim : 2108086111

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

"Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* L) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa* L) Untuk Sumber Belajar Biologi"

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, Juni 2025

Pembuat pernyataan



NOTA PEMBIMBING

Semarang, 23 Juni 2025

Kepada Yth . Ketua Progam Studi Pendidikan Biologi
Dr. Listyono, M.Pd.
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Asslamualaikum Wr.Wb.

Dengan ini diberikan bahwa saya telah melakukan bimbingan,
arahan dan koreksian naskah skripsi dengan :

Judul : Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* L) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa* L) Untuk Sumber Belajar Biologi

Nama : Hidayatus Sholihah

NIM : 2108086111

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan dalam Sidang Munaqosah

Wassalamualaikum Wr.Wb

Pembimbing I,



Arifah Purnamaningrum, M.Sc
NIP. 198905222019032010

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 21 Juni 2025

Kepada Yth . Ketua Progam Studi Pendidikan Biologi
Dr. Listyono, M.Pd.
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Asslamualaikum Wr.Wb.

Dengan ini diberikan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksian naskah skripsi dengan :

Judul : Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* L) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa* L)
Untuk Sumber Belajar Biologi

Nama : Hidayatus Sholihah
NIM : 2108086111
Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan dalam Sidang Munaqosah

Wassalamualaikum Wr.Wb

Pembimbing II,



Dr. H. Ruswan, M.A
NIP. 196804241993031004

Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* L) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa* L)
Untuk Sumber Belajar Biologi

ABSTRAK

Kebutuhan akan alternatif pewarna alami yang ramah lingkungan semakin mendesak, mengingat penggunaan pewarna sintetis dapat mencemari lingkungan dan memiliki efek karsinogenik. Oleh karena itu, pemanfaatan ekstrak kulit buah naga merah (*Selenicereus monacanthus* L) sebagai pewarna alami untuk preparat mitosis akar bawang (*Allium cepa* L) menjadi solusi alternatif yang menjanjikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kombinasi ekstrak kulit buah naga dan konsentrasi mordan yang paling optimal dalam pewarnaan preparat mitosis akar bawang, menganalisis validitas, respon peserta didik dan desain bahan ajar biologi (buku suplemen) yang dikembangkan dari pemanfaatan ekstrak tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ekstraksi kulit buah naga dan pengujian variasi konsentrasi mordan, dengan analisis kekontrasan dan kejelasan preparat sebagai parameter utama. Penelitian ini juga melibatkan pengembangan bahan ajar berupa buku suplemen yang divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, serta diuji coba kepada peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pelarut asam asetat 70% dan etanol 96% dengan mordan 10% pada rasio 5:1 menghasilkan kejelasan dan kontras yang optimal pada kromosom, mencapai 95,83%, setara dengan pewarna sintetis. Buku suplemen yang dikembangkan dari hasil penelitian ini dinyatakan valid dengan nilai 91% dari ahli materi dan 93% dari ahli media, serta mendapat respon positif dari peserta didik dengan rata-rata di

atas 90% untuk aspek materi, tampilan, keterbacaan, dan bahasa. Kesimpulannya, ekstrak kulit buah naga dapat menjadi alternatif efektif dan ekonomis untuk pewarnaan preparat mitosis, serta berkontribusi pada pengembangan bahan ajar biologi yang inovatif dan relevan.

Kata Kunci : Kulit buah naga, Pewarna alami, Preparat mitosis

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s/	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	Kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z/	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	y
ض	d}		

Bacaan Mad:

a > = a panjang

i > = i panjang

Bacaan Diftong:

au = ۹۰۱

ai = ۹۱

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan Inayah-Nya. Shalawat serta salam, mudah-mudahan tetap tercurahkan kepada junjungan kita nabi akhir zaman SAW. Berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelsaikan penelitian skripsi yang judul ‘Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* L) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa* L) Untuk Sumber Belajar Biologi’. Skripsi ini disusun untuk memenuhi tugas akhir guna memperoleh gelar sarjana Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, doa, motivasi dan peran dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M. Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.

2. Prof. Dr. Musahadi, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
3. Drs. Listyono, M. Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
4. Dosen pembimbing I yaitu Ibu Arifah Purnamaningrum, M.Sc. yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta pengarahan dalam menyusun skripsi ini.
5. Dosen pembimbing II yaitu Bapak Dr. Ruswan, M.A yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta pengarahan dalam menyusun skripsi ini.
6. Ibu Mirtaati Na'ima, M.Sc., selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dan motivasi
7. Tim validator, yaitu Hafidha Asni Akmalia, M.Sc., selaku validator ahli mikroteknik, Elina Lestariyanti, M.Pd., selaku validator media dan Dr. Siti Mukhlishoh Setyawati, M. Si selaku validator ahli materi
8. Ibu Llyl Setyawati, S.Pd selaku Guru Biologi SMA 7 Semarang yang telah memberikan waktu, arahan dan tenaga dalam membantu

penelitian di sekolah

9. Orang tua, teman-teman, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-satu yang telah memberikan dukungan emosional dan pikiran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga Allah senantiasa membalas kebaikan yang telah dilakukan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun diharapkan guna perbaikan dan penyempurnaan kedepannya. Meskipun demikian penulis berharap penelitian ini dapat berkontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, pembaca, dan masyarakat.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	i
NOTA PEMBIMBING.....	iii
NOTA PEMBIMBING.....	iii
ABSTRAK.....	v
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
C. Batasan Masalah	16
D. Rumusan Masalah	16
E. Tujuan Penelitian.....	17
F. Manfaat Penelitian	18
G. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan	20
BAB II KAJIAN PUSTAKA	22
A. Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i> L)	22
B. Antosianin.....	22
C. Mordan.....	45
D. Preparat Mitosis <i>Allium cepa</i> L.....	45
C. Buku Suplemen.....	35
D. Penelitian yang Relevan	39
E. Kerangka Berpikir	42
F. Hipotesis Penelitian.....	45
BAB III METODE PENELITIAN.....	46
A. Jenis Penelitian	46
B. Metode Penelitian Kuantitatif.....	46

2. Prosedur Pengembangan	62
3. Subjek Uji Coba Produk.....	65
4. Teknik Validasi Produk.....	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	69
A. Hasil Penelitian Laboratorium.....	69
B. Hasil Penelitian Pengembangan Produk.....	105
C. Pembahasan Penelitian Laboratorium	140
D. Pembahasan Pengembangan Produk	147
BAB V PENUTUP	157
A. Kesimpulan.....	157
B. Saran	157
DAFTAR PUSTAKA.....	161
LAMPIRAN	161

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3. 2	kriteria kejelasan preparat	46
Tabel 3. 3	Kriteria Validitas	50
Tabel 3. 4	Skor penilaian jawaban	53
Tabel 4. 1	Data Ulangan 1 Kekontrasan <i>Image J</i>	78
Tabel 4. 2	Data ulangan 2 kekontrasan <i>image J</i>	80
Tabel 4. 3	Data ulangan 3 kekontrasan <i>image J</i>	82
Tabel 4. 4	Hasil rata-rata visualisasi preparat	84
Tabel 4. 5	Hasil rata rata kelayakan preparat	88
Tabel 4. 6	<i>Storyboard</i> buku suplemen	96
Tabel 4. 7	Analisis data ahli media	109
Tabel 4. 8	Analisis data ahli materi	122
Tabel 4. 9	Analisis data uji coba skala kecil	124
Tabel 4. 10	Analisis data Uji coba skala besar	126

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Struktur kimia antosianin	67
Gambar 2. 2	Tahap-tahap pembelahan mitosis	74
Gambar 2. 3	Kerangka berpikir	75
Gambar 3. 1	Rancangan percobaan	67
Gambar 3. 2	Rancangan percobaan	68
Gambar 4. 1	Ekstrak kulit buah naga selama 7 hari	55
Gambar 4. 2	Ekstrak kulit buah naga pelarut asam asetat 7 hari	58
Gambar 4. 3	Ekstrak kulit buah naga selama 1 bulan	61
Gambar 4. 4	Ulangan 1	65
Gambar 4. 5	Ulangan 2	65
Gambar 4. 6	Ulangan 2	65
Gambar 4. 7	Proses profase	70
Gambar 4. 8	Struktur Profase	70
Gambar 4. 9	Proses Metafase	70
Gambar 4. 10	Struktur Metafase	71
Gambar 4. 11	Proses Anafase	71
Gambar 4. 12	Struktur Anafase	73
Gambar 4. 13	Proses Telofase (40x10)	73
Gambar 4. 14	Struktur Telofase	74
Gambar 4. 15	Proses Pembelahan Mitosis	75
Gambar 4. 16	Proses Pembelahan Mitosis	76
Gambar 4. 17	Proses Mitosis	76
Gambar 4. 18	Cover buku suplemen	126
Gambar 4. 19	Kata pengantar,daftar isi, daftar gambar	128
Gambar 4. 20	Materi pokok	130
Gambar 4. 21	Petunjuk pembuatan dan informasi penting	132
Gambar 4. 22	Glosarium	132
Gambar 4. 23	Rasio gambar sebelum revisi	134
Gambar 4. 24	Rasio gambar setelah revisi	134

Gambar 4. 25	Cover sebelum diganti gambar	136
Gambar 4. 26	Cover setelah diganti gambar	136
Gambar 4. 27	Kata pengantar sebelum direvisi	137
Gambar 4. 28	Kata pengantar setelah direvisi	137
Gambar 4. 29	Identitas buku sebelum revisi	138
Gambar 4. 30	Identitas buku setelah revisi	138
Gambar 4. 31	Rasio gambar sebelum revisi	139
Gambar 4. 32	Rasio gambar setelah revisi	139
Gambar 4. 33	Rasio dan kontras gambar setelah revisi	140
Gambar 4. 34	Rasio dan kontras gambar setelah revisi	140
Gambar 4. 35	Rasio gambar sebelum revisi.	140
Gambar 4. 36	Rasio gambar setelah revisi	140
Gambar 4.37	Rasio gambar sebelum revisi	141
Gambar 4. 38	Rasio gambar setelah revisi	141
Gambar 4. 39	Pembuatan ekstrak sebelum revisi.	142
Gambar 4. 40	Pembuatan ekstrak setelah revisi	142
Gambar 4. 41	Informasi ekstrak sebelum revisi	142
Gambar 4. 42	Informasi ekstrak setelah revisi	142
Gambar 4. 43	Informasi mordan tawas sebelum revisi gamba	143
Gambar 4. 44	Informasi mordan tawas setelah revisi	143
Gambar 4. 45	Rangkuman materi sebelum revisi.	144
Gambar 4. 46	Rangkuman materi setelah revisi	145
Gambar 4. 47	Informasi tambahan dalam buku	145
Gambar 4. 48	Rasio dan kekontrasan gambar sebelum revisi	145
Gambar 4. 49	Rasio dan kekontrasan gambar setelah revisi	145
Gambar 4. 81	Rasio dan kekontrasan gambar sebelum revisi	145

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel	Judul	Halaman
Lampiran 1	Lembar observasi	157
Lampiran 2	Angket analisis kebutuhan	159
Lampiran 3	Lembar wawancara	164
Lampiran 4	Instrumen validasi ahli mikroteknik	167
Lampiran 5	Kisi kisi instrumen ahli mikroteknik	173
Lampiran 6	Hasil pra riset	181
Lampiran 7	Instrumen ahli Materi	182
Lampiran 8	Instrumen penilai ahli media	183
Lampiran 9	Angket respon peserta didik	184
Lampiran 10	Rubrik dan kisi ksis angket respn peserta didik	185
Lampiran 11	Validasi angket respon peerta didik	187
Lampiran 12	Hasil uji coba skala kecil tahap 1	189
Lampiran 13	Hasil uji coba skala kecil tahap 2	190
Lampiran 14	Surat izin riset laboratorium	191
Lampiran 15	Surat izin riset oleh Dinas	192
Lampiran 16	Surat izin riset sekolah SMA negeri 7 Semarang	193
Lampiran 17	Surat penunjukan validator	194
Lampiran 18	Dokumentasi penelitian di laboratorium	195
Lampiran 19	Dokumentasi pengambilan data lewat g from	197
Lampiran 20	Data Mentah Kelayakan Preparat	220
Lampiran 21	Buku teks peserta didik	225

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Studi mengenai tahap-tahap pembelahan sel secara mitosis dapat dilakukan melalui pengamatan terhadap preparat akar bawang merah (*Allium cepa* L.). Preparat akar bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan sediaan mikroskopis yang dibuat dari bagian ujung akar bawang merah yang sel-selnya masih aktif melakukan pembelahan (Wulandari & Wijaya, 2015). Preparat sediaan akar bawang merah dapat dibuat melalui beberapa metode preparasi sediaan mikroskopis misalnya, dengan metode *squash* yang merupakan sebuah teknik peregangan jaringan ujung akar. Tujuannya yaitu untuk menyebarluaskan sel-sel secara merata yang kemudian diikuti pemberian pewarnaan untuk meningkatkan kontras struktur kromosom selama mitosis (Yan *et al.*, 2024). Metode lain yang dapat digunakan yaitu metode sediaan utuh yang melibatkan fiksasi dengan alkohol 70% (Rosadi, 2019). Kemudian terdapat juga metode parafin yang melalui tahapan dehidrasi bertingkat serta penyayatan dengan mikrotom untuk mendapatkan irisan jaringan yang transparan (Dewi *et al.*, 2021).

Metode preparasi sediaan mikroskopis membutuhkan tahap pewarnaan. Tahap pewarnaan merupakan tahap yang sangat penting. Pewarnaan menjadi langkah dasar karena memungkinkan visualisasi kromosom yang lebih jelas, di mana zat warna akan berikatan dengan DNA dan membuatnya lebih kontras (Abidin & Budiono, 2014). Pemberian warna pada preparat merupakan salah satu upaya umum yang digunakan untuk memberikan warna pada kromosom, sehingga membedakannya dari sitoplasma sel yang bening (Aziz, 2019). Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian Pamungkas (2018) yang menjelaskan bahwa proses pewarnaan pada preparat khususnya preparat mitosis dapat meningkatkan kualitas visual preparat sel akar bawang merah. Peneliti lain Dafrita & Sari (2020) juga menjelaskan bahwa selama proses pemberian warna pada preparat mitosis akar bawang merah harus sesuai dengan intensitas warna yang dibutuhkan preparat, maka preparat tersebut mudah dianalisis proses dinamika pembelahan selnya.

Intensitas pemberian warna yang optimal sangat penting, karena perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan pewarnaan berlebihan pada sitoplasma

dan kromosom, sementara perendaman yang terlalu singkat dapat menyebabkan kromosom kurang menyerap zat warna (Dafrita & Sari, 2020). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian dari Mega & Riswanto (2019) yang menjelaskan bahwa pewarnaan preparat sediaan itu bergantung pada intensitas lama waktu dan pemilihan jenis warna baik sintetis maupun alami yang digunakan. Penyesuaian waktu ketika proses pewarnaan yang dilakukan secara tepat yaitu tidak terlalu lama, dan tidak terlalu cepat dapat berpengaruh terhadap tampilan dari preparat sediaan yang dibuat. Dengan demikian, teknik pewarnaan dan pemilihan zat warna baik sintetis maupun alami yang tepat dapat memastikan struktur kromosom dapat diamati dengan detail dan memungkinkan identifikasi fase-fase mitosis secara akurat (Winarto, 2011; Cica & Isnawati, 2023).

Sumber zat warna pada pewarnaan preparat terbagi menjadi dua, yaitu zat warna sintetis dan zat warna alami (Jannah *et al.*, 2019). Zat warna sintetis merupakan warna yang bersumber dari pengolahan bahan kimia, biasanya diproduksi oleh sebuah industri dalam jumlah yang besar (Ratnawati Gerta *et al.*, 2021). Zat warna sintetis memiliki daya tahan yang tinggi dan

konsistensi warna yang baik (Mukti *et al.*, 2023). Sedangkan zat warna alami didefinisikan sebagai zat pewarna yang diperoleh dari sumber-sumber alami dari makhluk hidup, yaitu tumbuhan, serangga, dan juga mikroorganisme melalui proses ekstraksi, isolasi, atau derivatisasi (Ngete & Mutiara, 2020). Sumber zat warna sintetis dan juga alami memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing ketika diaplikasikan pada sebuah preparat sediaan (Salimi *et al.*, 2023).

Penggunaan pewarna sintetis dalam proses pewarnaan memiliki beberapa kekurangan. Hal tersebut sesuai dengan penjelasan hasil penelitian Novia Santi *et al* (2021) yang menjelaskan bahwa penggunaan pewarna sintetis dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan pewarna sintetis dapat terdegradasi menjadi senyawa yang bersifat karsinogenik dan beracun (Rafif *et al.*, 2024). Salah satu contohnya adalah pewarna safranin, yang memiliki struktur kimia kompleks dan bersifat karsinogenik (Edyani, 2020 ; Damayanti *et al.*, 2024). Selain berdampak pada lingkungan, penggunaan pewarna sintetis untuk preparat juga membutuhkan biaya yang mahal. Hal tersebut sesuai dengan data tentang hasil penjualan dari laman web LabMart.id dan

Kimia Farma pada tahun 2024. Bahan kimia pewarna sintetis selalu mengalami kenaikan harga . Oleh karena itu dibutuhkan sumber pewarna alami sebagai alternatif bahan pewarna (LabMart.co.id, 2024).

Pewarna alami cenderung lebih aman untuk digunakan dalam berbagai aplikasi bidang kehidupan karena berasal dari bahan-bahan yang dapat diperbarui dan lebih ramah lingkungan (Yohana *et al.*, 2023). Kondisi ini yang mendorong eksplorasi pewarna alami berbasis antosianin dari tumbuhan lokal yang lebih aman, ekonomis, dan ramah lingkungan. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa ekstrak kayu secang dan bunga telang mampu memberikan warna yang kontras terhadap hasil preparat jaringan ikat dari burung merpati (Tirtasari & Prasetya, 2020). Peneliti lain yaitu Ramadhani & Octarya (2017) ; Dafrita & Sari (2020) juga membuktikan bahwa efektivitas pewarna alami dari ekstrak buah senduduk (*Melastoma malabathricum*) mampu menghasilkan preparat mitosis (*Allium cepa L*) dengan tingkat kejelasan 83,33%, sedangkan ubi jalar ungu mampu mencapai tingkat kejelasan preparat sebesar 53,33%. Kelebihan penggunaan pewarna alami tersebut terletak pada biodegradabilitas, dan

ketiadaan efek karsinogenik pada lingkungan (Pizzicato *et al.*, 2023). Studi terbaru menunjukan adanya pengembangan pewarna alami yang dapat diambil dari ekstrak kulit buah naga merah (Ni Putu Bella *et al.*, 2020).

Kulit buah naga mengandung senyawa pigmen yang dapat memberikan warna pada preparat mikroskopis (Sari *et al.*, 2022). Hal ini setara dengan pigmen yang terdapat di dalam kandungan tanaman senduduk dan ubi jalar. Namun hasil studi penelitian menjelaskan bahwa pada saat ini sebagian besar studi fokus pada buah senduduk dan ubi jalar untuk pewarnaan preparat mitosis akar bawang (Pamungkas, 2018 ; Zheng *et al.*, 2019). Sementara kulit buah naga merah yang dapat memberikan hasil pewarnaan setara sintetis dengan persentase kejelasan preparat mencapai 80% belum banyak yang mengeksplorasi (Abidin & Budiono, 2014). Padahal berdasarkan penelitian Wagiyanti & Noor (2017) menjelaskan bahwa pemilihan kulit buah naga didasarkan pada kandungan senyawa pewarna alami stabil yang mampu berikatan dengan dinding sel dan kromosom, serta potensi optimasi waktu ekstraksi yang lebih singkat yaitu selama 1-2 jam dibandingkan

dengan pewarna alami yang lain. Dengan demikian, kulit buah naga tidak hanya menawarkan alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan pewarna sintetis seperti safranin dan hematoksilin. Namun juga merupakan wujud nyata dari upaya untuk mengurangi ketergantungan pada penggunaan pewarna sintetis, tetapi tetap mampu memberikan hasil yang kompetitif dalam hal kualitas visual preparat mitosis (Nuratika. *et al.*, 2024).

Buah naga merah (*Selenicereus monacanthus* L) merupakan tanaman hortikultura. Produktivitas buah naga menurut data Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) pada tahun 2021 di Indonesia menghasilkan 484.083,028 ton buah naga (bps.go.id, 2021). Jumlah produksi buah naga sebanyak itu dapat diperoleh total kulit buah naga sebanyak 40.000 ton (Ahmad *et al.*, 2022) yang hanya dibuang sebagai sampah. Menurut penelitian Awalulloh *et al* (2023) menjelaskan bahwa produktivitas buah naga yang banyak menyebabkan penambahan jumlah limbah organik yang dihasilkan dari kulit buah naga juga meningkat. Hal tersebut sesuai dengan penelitian dari Sindi Cristina *et al* (2023) yang menjelaskan bahwa produktivitas buah naga dapat menyisakan

limbah berupa kulit yang beratnya sekitar 30-35%, jika dibuang begitu saja, pada permukaan kulit buah naga akan tumbuh jamur yang dapat menjadi sumber penyebaran penyakit sehingga dapat mengganggu kualitas dan kesehatan lingkungan.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah dari kulit buah naga yaitu dengan pemanfaatan kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) untuk dijadikan sebagai pewarna alami (Prima & Asri, 2013). Hal tersebut dikarenakan kulit buah naga memiliki kandungan pigmen warna yang kuat karena adanya suatu senyawa yaitu antosianin (Meganingtyas & Alauhdin, 2021). Kandungan senyawa antosianin yang terdapat dalam kulit buah naga menjadi faktor utama yang menjadikan kulit buah naga dapat dijadikan alternatif pewarna pengganti pewarna sintetis (Sahraeni & Rahim, 2018).

Antosianin memiliki zat berwarna merah, jingga, ungu, dan biru, yang banyak terdapat di dalam kandungan buah-buahan salah satunya terdapat dalam kulit buah naga (Ramadhani *et al.*, 2017). Peneliti lain yaitu Augustia *et al* (2024) menjelaskan bahwa antosianin merupakan zat warna yang berperan memberikan warna pada kulit buah naga. Berdasarkan

data hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar dari antosianin yang terdapat pada 1 buah kulit buah naga merah sebanyak 26,4587 ppm (Sahraeni & Rahim, 2018). Hal ini juga didukung dengan penelitian yang lain yaitu Yati *et al.*, (2023) yang menjelaskan bahwa kandungan antosianin yang terdapat dalam kulit buah naga, jika di ekstrak dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami untuk sediaan apusan darah, sel dan juga jaringan.

Penggunaan pewarna alami dari ekstrak kulit buah naga pada preparat mitosis memiliki kelemahan dalam aspek waktu daya serap yang lebih lama dibandingkan pewarna sintetis. Hal ini selaras dengan penelitian Nisa *et al* (2024) menjelaskan bahwa beberapa hasil preparat sel atau jaringan yang diberi pewarna alami menunjukkan waktu daya serap warna yang lama. Penelitian dari Atav *et al* (2020) juga menunjukkan bahwa pewarna alami membutuhkan rata-rata durasi aplikasi 60-180 menit untuk mencapai hasil optimal, jauh lebih panjang daripada pewarna sintetis misalnya safranin yang hanya membutuhkan 10-30 menit. Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian dari Dafrita & Sari (2020) menjelaskan bahwa pada ekstrak buah senduduk (*Melastoma*

malabathricum) membutuhkan waktu pewarnaan selama 90 menit untuk menghasilkan 83,33% preparat dengan fase mitosis yang teridentifikasi dengan jelas, sementara ekstrak ubi jalar ungu memerlukan 60-120 menit untuk mencapai 53,33% kejelasan preparat. Sedangkan untuk ekstrak kulit buah naga dalam proses pemberian warna preparat memerlukan waktu yang optimal sekitar 30-120 menit (Mahmud *et al.*, 2023). Perbedaan efisiensi waktu pada daya serap warna pada masing-masing tanaman disebabkan oleh mekanisme pengikatan antosianin alami yang memerlukan proses difusi pasif melalui dinding sel, berbeda dengan pewarna sintetis yang mengandung zat pengikat kimia aktif (Armanzah & Hendrawati, 2016). Sehingga Solusi yang diusulkan yaitu perlu adanya senyawa tambahan untuk memperkuat daya serap antara preparat dengan pigmen pewarna ekstrak kulit buah naga yaitu mordan (Oktianne, 2024).

Mordan merupakan suatu zat yang digunakan dalam proses pewarnaan untuk meningkatkan ikatan kimia antara zat warna alami dengan serat sebuah jaringan atau sel (Prasetyaningtyas & Listiani, 2021). Menurut Rizky *et al* (2024) mordan juga berfungsi untuk menghasilkan warna yang baik dan

meningkatkan afinitas atau daya tarik zat warna terhadap objek yang diwarnai, dalam hal ini merupakan sediaan preparat. Formulasi pewarnaan pada ekstrak kulit buah naga dan kadar pemberian mordan dapat memperkuat ikatan warna dengan komponen sel atau jaringan (Kurniawati *et al.*, 2016). Penggunaan mordan dalam pewarnaan preparat sediaan dapat menggunakan senyawa aluminium, dalam bentuk aluminium sulfat, aluminium asetat, aluminium nitrat, dan aluminium klorida, namun yang paling umum digunakan adalah aluminium ammonium sulfat ($\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2$) (Asiva, 2015).

Pemberian variasi konsentrasi mordan bertujuan untuk mengembangkan formula pewarna alami dari ekstrak kulit buah naga yang efektif dan stabil (Perwitasari *et al.*, 2017). Penggunaan mordan dapat membantu meningkatkan kualitas ekstrak kulit buah naga, membuatnya lebih tahan lama dan memberikan warna yang lebih tajam pada objek pengamatan kromosom (Nisa *et al.*, 2024). Meskipun potensi kulit buah naga sebagai sumber pewarna alami telah diidentifikasi, masih terdapat kekurangan data mengenai formulasi optimal untuk meningkatkan

stabilitas dan daya serap pigmen pada preparat biologis terutama preparat kromosom pada proses mitosis. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi penggunaan mordan sebagai senyawa tambahan, dengan tujuan memperkuat daya serap pigmen dan meningkatkan kestabilan warna dari ekstrak kulit buah naga terhadap pengamatan kromosom. Hal ini sangat relevan karena pewarna alami dari kulit buah naga memiliki potensi besar sebagai alternatif yang lebih aman, ramah lingkungan dan lebih ekonomis.

Formula pewarna alami kulit buah naga dengan pemberian mordan yang dihasilkan dari penelitian ini nantinya dapat digunakan sebagai sumber belajar biologi, terutama dalam konteks pengembangan bahan ajar biologi berbasis hasil penelitian di laboratorium. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Irianti & Mahrudin (2021) yang memberikan alasan bahwa hasil penelitian yang diperoleh dari laboratorium memiliki nilai ilmiah dan praktis yang sangat penting untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sebuah buku bahan ajar. Pengembangan ini bukan sekadar mengabadikan temuan penelitian, tetapi juga menjadikan hasil tersebut sebagai sumber belajar yang sistematis, komprehensif, dan mudah diakses oleh

peserta didik maupun pendidik (Nurhayati, 2022). Buku bahan ajar yang dihasilkan dari penelitian laboratorium dapat menyajikan materi secara runut, lengkap, dan terstruktur sehingga memudahkan pemahaman konsep-konsep yang kompleks dalam pembelajaran biologi khususnya dalam materi pembelahan sel yang berhubungan dengan kromosom (Nurfitri *et al.*, 2024). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Nirmalasari *et al* (2024) yang menjelaskan bahwa pengamatan kromosom dan bagian sel pada tingkat SMA perlu untuk ditingkatkan dengan tujuan untuk memperkuat pemahaman peserta didik terhadap konsep materi biologi yang sulit seperti konsep pada materi mitosis. Dengan adanya pemanfaatan pewarna alami dari kulit buah naga untuk pewarnaan sediaan preparat yang berkaitan dengan kromosom dan dikembangkan menjadi sebuah buku bahan ajar diharapkan mampu untuk menambah wawasan pemahaman peserta didik (Mertha *et al.*, 2021).

Berdasarkan analisis kebutuhan di SMA Negeri 7 Semarang (Lampiran 1), belum tersedia bahan ajar tambahan berupa buku suplemen biologi, khususnya yang membahas pemanfaatan limbah kulit buah naga

sebagai pewarna alami pada preparat mitosis. Selama ini, pendidik hanya menggunakan buku paket dan LKS dari pemerintah yang memuat materi biologi secara umum sesuai Kurikulum Merdeka, tanpa mengintegrasikan topik tersebut. Hasil angket peserta didik kelas XI_A (Lampiran 2) dan wawancara dengan pendidik (Lampiran 3) juga mengonfirmasi ketiadaan buku suplemen terkait pemanfaatan limbah organik sebagai pewarna alami. Oleh karena itu, pengembangan buku suplemen diperlukan untuk memperluas wawasan dan menambah pengetahuan peserta didik mengenai pemanfaatan limbah kulit buah naga dalam pembelajaran biologi

Buku suplemen yang dikembangkan dari hasil penelitian laboratorium memiliki kelebihan utama yaitu, buku suplemen yang dikembangkan dapat memperluas manfaat hasil penelitian yang biasanya hanya terbatas pada kalangan akademisi melalui jurnal ilmiah. Adanya format buku, hasil penelitian dapat diakses oleh khalayak yang lebih luas, termasuk peserta didik, sehingga ilmu pengetahuan yang dihasilkan dapat lebih berdampak dan aplikatif di berbagai bidang terutama di bidang pendidikan (Afifa *et al.*, 2021). Selain itu, buku bahan ajar berbasis

penelitian juga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran karena materi yang disajikan sudah melalui proses penelitian dan validasi sehingga lebih akurat, relevan, dan layak digunakan sebagai sumber belajar alternatif yang mendukung pembelajaran di kelas (Adinda *et al.*, 2021).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas perlu dilakukan penelitian mengenai “Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* L.) dan Variasi Konsentrasi Mordan pada Tanaman Bawang

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penggunaan pewarna sintetis dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang merugikan karena sifat karsinogenik dan toksik, disamping itu juga biaya untuk pewarna sintetis mahal.
2. Jumlah limbah kulit buah naga yang terus meningkat dan tidak dimanfaatkan dengan baik menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius.
3. Kurangnya eksplorasi dan pemanfaatan sumber pewarna alami yang aman dan efektif, sehingga

menyebabkan ketergantungan penggunaan pada pewarna sintetis, yang berisiko serius bagi kesehatan dan lingkungan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan kulit buah naga dengan spesies (*Selenicereus monacanthus L*) atau kulit buah naga berdaging merah.
2. Variasi pelarut ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu campuran etanol + asam sitrat dan etanol + asam asetat.
3. Jenis mordan yang digunakan yaitu tawas
4. Variasi konsentrasi mordan tawas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 2,5 % , 5% dan 10 %.
5. Bahan ajar yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa buku suplemen yang berfokus pada materi pembelahan sel.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) dan konsentrasi

- mordan yang paling baik dalam pewarnaan preparat mitosis akar bawang (*Allium cepa* L)?
2. Bagaimana desain bahan ajar biologi SMA/MA dari pemanfaatan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) dan variasi konsentrasi mordan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa* L)?
 3. Bagaimana validitas bahan ajar biologi peserta didik SMA/MA dari pemanfaatan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) dan variasi konsentrasi mordan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa* L)?
 4. Bagaimana respon peserta didik terhadap bahan ajar biologi SMA/MA dari pemanfaatan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L)) dan variasi konsentrasi mordan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa* L)?

E. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) dan konsentrasi mordan yang paling baik dalam pewarnaan preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa* L).

2. Menganalisis desain bahan ajar biologi SMA/MA dari pemanfaatan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) dan variasi konsentrasi mordan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa L*)
3. Menganalisis validitas bahan ajar biologi peserta didik SMA/MA dari pemanfaatan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) dan variasi konsentrasi mordan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa L*).
4. Menganalisis respon peserta didik terhadap bahan ajar biologi peserta didik SMA/MA dari pemanfaatan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) dan variasi konsentrasi mordan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa L*).

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu serta wawasan tentang pemanfaatan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) dan variasi konsentrasi mordan

tawas sebagai pewarna alami kromosom *Allium cepa* L.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peserta didik, dapat dijadikan sebagai sumber belajar tambahan selain dari buku utama yang dapat menambah wawasan baru.
- b. Bagi pendidik, dapat dijadikan sebagai referensi dalam pembelajaran.
- c. Bagi lembaga pendidikan atau sekolah yang terkait, bahan ajar berupa buku suplemen ini dapat dijadikan sebagai bahan ajar pembelajaran baru untuk meningkatkan kualitas dari pendidikan khususnya dalam pembelajaran biologi.
- d. Bagi peneliti, dapat dijadikan sebagai pengetahuan dan pengalaman baru dalam mengembangkan bahan ajar berupa buku suplemen, serta berkontribusi dalam upaya pemanfaatan limbah kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) untuk dijadikan pewarna alami kromosom *Allium cepa* L.
- e. Bagi peneliti lain, hasil dari penelitian dan pengembangan bahan ajar ini dapat dijadikan sebagai sumber referensi dalam melakukan sebuah penelitian riset dan pengembangan untuk bahan ajar lainnya.

G. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan berupa buku suplemen biologi dengan harapan spesifikasinya sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan berupa bahan ajar buku suplemen yang berbasis hasil penelitian di laboratorium tentang pemanfaatan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) dan variasi konsentrasi mordan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa* L.).
2. Materi pada buku suplemen merupakan materi pokok pembelahan sel yang diintegrasikan dengan hasil penelitian di laboratorium tentang ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) dan variasi konsentrasi mordan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa* L.).
3. Bahan ajar berupa buku suplemen yang dikembangkan dengan menggunakan software Microsoft Word dan Canva.

4. Buku suplemen yang dikembangkan berupa *hard file*
5. Buku suplemen yang dikembangkan terdiri dari:
 - a. Cover
 - b. Kata pengantar
 - c. Materi pokok sesuai dengan capaian pembelajaran yang kemudian diintegrasikan dengan hasil riset penelitian di Laboratorium
 - d. Rangkuman materi
 - e. Glosarium
 - f. Daftar Pustaka

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus L*)

1. Deskripsi Buah naga merah (*Selenicereus monacanthus L*)

Buah naga merah (*Selenicereus monacanthus L*) merupakan salah satu anggota dari tanaman yang termasuk dalam kelompok kaktus (Nina et al., 2020). Tanaman buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) memiliki batang hijau dengan bentuk segitiga dan tumbuhnya merambat horizontal ke samping dan vertikal ke atas sehingga memerlukan benda lain untuk menyangganya misalnya berupa dahan kayu (Setyowati, 2014). Buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) berbentuk lonjong dengan kulit merah jambu dan berjumbai di bagian tepinya. Sehingga pada awal kemunculan buah naga (*Selenicereus monacanthus L*) dikenal sebagai tanaman hias karena bentuknya yang unik dan ciri-cirinya yang menarik, seperti bunga berbentuk corong yang mirip dengan bunga dari tanaman hias wijaya kusuma (Putri, 2024). Buah naga memiliki banyak manfaat untuk kesehatan tubuh manusia

termasuk mencegah kanker usus, mengurangi kolesterol, menjaga kesehatan mulut, mencegah pendarahan, dan mengobati keputihan (Aryanta, 2022). Kandungan nutrisi buah naga adalah 13-18 gram gula, 90,2% air, karbohidrat 11,5 gram, asam 0,139 gram, protein 0,53 gram, serat 0,71 gram, kalsium 134,5 mg, fosfor 8,7 mg, magnesium 60,4 mg, dan vitamin C 9,4 mg (Rohanah *et al.*, 2023). Kandungan nutrisi yang terdapat dalam buah naga tersebut selaras dengan penjelasan dalam Al- Qur'an surat At - Taha ayat 53

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُّلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَرْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَّيْئٍ ﴿٥٣﴾

Artinya: “(Dialah Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan dan meratakan jalan-jalan di atasnya bagimu serta menurunkan air (hujan) dari langit. Kemudian, Kami menumbuhkan dengannya (air hujan itu) beraneka macam tumbuh-tumbuhan”.

Tafsir Prof. Quraish Shihab dalam kitab tafsir Al Misbah, menjelaskan mengenai ayat di atas bahwa, bahwa Allah yang menganugrahkan nikmat kehidupan dan yang memelihara hamba-Nya. Dia menjadikan bumi sebagai hamparan, membukakan jalan agar dapat dilalui oleh manusia, Allah juga menurunkan hujan dan menumbuhkan dari hujan

tersebut berbagai jenis tanaman dan buah buahan yang memiliki beragam manfaat untuk kesehatan termasuk salah satunya buah naga yang memiliki kandungan gizi yang baik bagi kesehatan bahkan kulit dari buah naga juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat di bidang kesehatan dan penelitian dalam bidang pendidikan (Shihab Quraish, 2021)

Taksonomi dan Klasifikasi dari buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) yaitu sebagai berikut: (GBIF, 2017)

Kingdom	:	Plantae
Devisi	:	Tracheophyta
Kelas	:	Magnoliopsida
Ordo	:	Caryophyllales
Famili	:	Cactaceae
Genus	:	<i>Selenicereus</i> (Berger) Britton & Rose
Spesies	:	<i>Selenicereus monacanthus</i> (Lem)

2. Morfologi

a. Akar

Tumbuhan buah naga memiliki sistem perakaran yang terdiri dari jenis akar bulu yang tersebar di atas tanah sepanjang 30 cm. Akar tanaman berfungsi untuk mengambil nutrisi berupa zat hara dan air. Pada bagian ruas batang tanaman buah naga

(*Selenicereus monacanthus* L) terdapat akar udara yang unik. Akar udara berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi lainnya dari udara. Jadi nutrisi yang diperoleh dari tanaman buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) itu berasal dari tanah dan juga dari udara (Febrianti *et al.*, 2020).

b. Batang

Batang tanaman buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) memiliki duri tipis, yang berukuran kecil dan tajam, serta ciri berbentuk segitiga. Bagian batang berwarna hijau. Batang tumbuh lebih condong ke atas dan dapat menjadi alas dari bunga yang akan tumbuh menjadi buah (Naibaho, 2019).

c. Bunga

Bunga buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) keluar dari tempat tumbuh dekat duri di belakang ranting yang bekembang. Bunga buah naga akan tumbuh dan menguncup pada \pm 10 minggu awal. Tingkat kesuburan tanah dan ketinggian tumbuhnya buah naga juga mempengaruhi pertumbuhan buah naga (Naibaho, 2019) .

d. Buah

Buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) memiliki bentuk bulat lonjong, bercabang pendek,

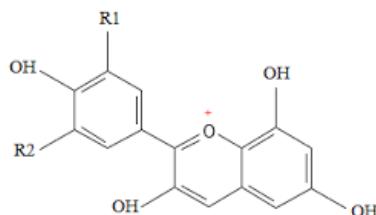
dan cukup besar. Kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) memiliki kulit luar berwarna merah dan dikelilingi oleh helaian seperti sisik yang bergantungan. (Rohanah *et al.*, 2023)

e. Kulit Buah Naga

Kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) yang selama ini dianggap sebagai limbah, ternyata masih dapat digunakan. Kulit buah naga memiliki berat 30-35% dari berat buah bersih. Antosianin, pektin, dan diet fiber adalah contoh zat yang dapat digunakan dan dapat diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat. Kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) memiliki kandungan antioksidan seperti vitamin C, flavonoid, tannin, alkaloid, steroid, dan saponin, menurut hasil uji fitokimia. Antosianin adalah kelompok pigmen besar berwarna merah-biru. Antosianin banyak ditemukan di semua tumbuhan tingkat tinggi, di bunga dan buah, meskipun terkadang ditemukan di daun, akar, dan batang. Kondisi bentuk buah dan pH dari kulit buah naga (*Selenicereus monacanthus* L) menyebabkan corak antosianin (Wahyuni *et al.*, 2013).

B. Antosianin

Antosianin merupakan segolongan pigmen yang paling penting setelah pigmen klorofil (Kunnaryo & Wikandari, 2021). Secara kimia, kata "antosianin" berasal dari kata yunani "*anthos*", yang berarti "bunga," dan "*kyanos*", yang berarti "biru tua." (Wahyuni *et al.*, 2013). Struktur kimia antosianin terdiri dari kerangka karbon (C15) dengan cincin ichromane batalan cincin aromatic B kedua posisi 2 (C₆-C₃-C₆), dengan satu atau lebih molekul gula terikat pada posisi hidroksilasi (Purwaniati *et al.*, 2020).



Gambar 2. 1 Struktur Antosianin

Antosianin dibuat dari sianidin, struktur aromatik tunggal, dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil metilasi dan glikosilasi. Antosianin dapat bereaksi baik dengan media asam maupun basa. Dalam media asam, antosianin berwarna merah, sedangkan dalam media basa, warnanya berubah menjadi ungu dan biru. Antosianin memiliki kandungan yang

berbeda-beda tergantung pada jenis tanaman (Habsah *et al.*, 2000). Kadar kandungan antosianin pada ekstrak kulit buah naga merah rata-rata berkisar antara 14,194 ppm dan 26,4587 ppm. Antosianin termasuk dalam jenis pigmen yang tergolong senyawa polar, senyawa antosianin akan larut lebih baik dalam larutan jenis pelarut polar (Augustia *et al.*, 2024).

C. Mordan

Mordan merupakan zat yang berfungsi memperkuat warna (Oktianne, 2024). Ketika pewarna dan mordan digabungkan, mereka membentuk senyawa yang dapat mewarnai sebuah preparat jaringan atau sel secara kontras (Jihan Alifya F., 2024). Menurut Fitrihana (2007) dalam (Nisa *et al*, 2024), mordan adalah senyawa yang berasal dari logam yang biasanya digunakan dalam pengamatan histologi untuk meningkatkan afinitas antara pigmen dengan sel. Sehingga proses pewarnaan menjadi lebih efektif. Setiap jenis mordan memberikan reaksi pewarnaan yang berbeda. Ada beberapa jenis mordan yang dapat dimanfaat sebagai zat tambahan dalam proses pewarnaan pembuatan preparat mikroskopis antara lain sebagai berikut :

1. Tawas (Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$))

Tawas adalah salah satu mordan yang sering digunakan dalam pewarnaan histologi. Senyawa ini membantu meningkatkan afinitas pewarna terhadap jaringan, menghasilkan warna yang lebih kontras dan tahan lama (Gustiani & Novrita, 2024).

2. Aluminium Asetat ($\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$)

Aluminium asetat merupakan mordan yang baik untuk serat selulosa dan digunakan dalam berbagai pewarnaan jaringan. Senyawa ini memperkuat ikatan antara pewarna dan komponen seluler, menghasilkan intensitas warna yang lebih tinggi (Laksono & Subiyati, 2021).

3. Ferric Chloride (FeCl_3)

Ferric chloride adalah mordan berbasis besi yang sering digunakan dalam pewarnaan histologi untuk memperkuat warna hematoksilin pada inti sel. Mordan ini menghasilkan warna biru tua pada struktur basofilik seperti DNA dan RNA (Nouri *et al.*, 2015).

4. Potassium Alum ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$)

Potassium alum sering digunakan sebagai mordan dalam metode pewarnaan hematoksilin-eosin (H&E). Senyawa ini membantu hematoksilin menghasilkan warna biru pada nuklei sel, sementara eosin

memberikan warna merah muda pada matriks ekstraseluler dan sitoplasma (Y. Purwani, 2024).

5. Aluminium Ammonium Sulfat ($\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2$)

Aluminium ammonium sulfat adalah mordan yang digunakan untuk meningkatkan kualitas pewarnaan jaringan. Senyawa ini memungkinkan pewarna alami seperti hematoksilin untuk lebih baik terserap ke dalam jaringan seluler.

6. Chromium Sulfat ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$)

Chromium sulfat adalah mordan berbasis kromium yang digunakan terutama dalam pewarnaan jaringan tertentu untuk meningkatkan afinitas antara pigmen dan struktur seluler (Papadimitriou *et al.*, 2019)

Mordan menjadi senyawa yang sangat penting ketika melakukan proses pewarnaan. Khususnya pewarnaan pada preparat mitosis karena membantu menonjolkan struktur inti sel selama fase pembelahan. Salah satu contoh kombinasi penggunaan mordan dengan pewarna preparat yaitu, Hematoksilin, yang bekerja sebagai pewarna basa, sering dikombinasikan dengan mordan seperti tawas atau ferric chloride untuk memberikan warna biru pada kromosom selama mitosis. Eosin sebagai pewarna asam kemudian menodai sitoplasma dengan warna merah muda, memberikan

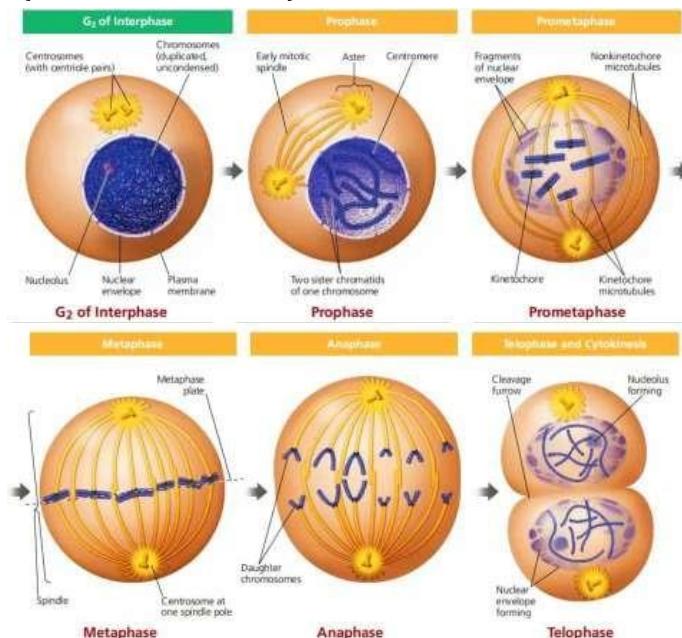
kontras yang jelas antara inti sel dan bagian lainnya (Nisa' & Singke, 2018). Proses dari kombinasi tersebut bertujuan untuk memperkuat ikatan warna dengan komponen sel. Hematoksilin menodai nukleus sel menjadi biru, sedangkan Eosin memberikan warna merah muda pada sitoplasma dan matriks ekstraseluler (Ellyawati, 2018). Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mordan seperti aluminium amonium sulfat ($\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2$) dapat meningkatkan kualitas pewarnaan jaringan, memungkinkan pewarna untuk lebih baik terserap ke dalam sel (Andayani, 2020) Selain itu, penelitian Nirmalasari *et al* (2024) menunjukkan bahwa ekstrak secang sebagai sumber pewarna alami mampu mewarnai beberapa jenis sel dengan baik ketika dipadukan dengan mordan

D. Preparat Mitosis Akar Bawang Merah (*Allium cepa* L)

Mitosis pada akar bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan proses pembelahan sel yang terjadi di jaringan meristematik, seperti ujung akar, untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Abdullah & Syamsidar, 2018). Alasan yang menjadi dasar pemilihan akar bawang merah untuk pengamatan mitosis, dikarenakan akar bawang merah

memiliki jumlah kromosom diploid ($2n$) hanya sebanyak 16 kromosom (Tyas, 2014). Selain itu pemilihan akar bawang merah juga didasari pada bentuk kromosm akar bawam merah yang berukuran besar sehingga memudahkan untuk dilakukan pengamatan dibawah mikroskop, dan juga akar bawang merah sangat mudah untuk ditumbuhkan dimedia air (Abdullah *et al.*, 2017). Proses mitosis terdiri dari beberapa tahap, yaitu interfase, profase, metaphase, anafase, dan telofase (Novianti *et al.*, 2020). Pada fase interfase, sel mengalami pertumbuhan dan replikasi DNA sebagai persiapan untuk pembelahan. Fase profase ditandai dengan kondensasi kromatin menjadi kromosom yang terlihat jelas di bawah mikroskop, sementara membran inti mulai terurai. Metaphase terjadi ketika kromosom berjejer di bidang ekuator sel, terikat oleh benang spindel yang menghubungkan kinetokor dengan kutub sel. Pada anafase, kromatid dipisahkan dan ditarik menuju kutub yang berlawanan oleh benang spindel. Terakhir, telofase ditandai dengan pemisahan sitoplasma menjadi dua sel anak yang identik secara genetik dengan induknya. Proses ini dapat diamati dan dapat diukur indeks pembelahan sel yang terjadi

menggunakan mikroskop cahaya setelah preparat direndam dalam larutan pewarna seperti asam asetat dan safranin untuk memperjelas struktur kromosom (Abdullah *et al.*, 2017)



Gambar 2. 2 Tahap - Tahap Mitosis (Campbell, 2008)

Indeks mitosis merupakan parameter penting untuk mengukur aktivitas pembelahan sel pada akar bawang merah (Abidin & Budiono, 2014 : Rahayuningsih *et al.*, 2022). Indeks ini dihitung sebagai rasio jumlah sel yang sedang mengalami mitosis terhadap total jumlah sel yang diamati dalam preparat.

Penelitian (Nefic *et al.*, 2013; Sabeen *et al.*, 2020) menunjukkan bahwa waktu pengamatan mitosis sangat memengaruhi nilai indeks mitosis. Pada akar bawang merah, aktivitas mitosis paling aktif terjadi pada pagi hari sekitar pukul 09.00 WIB karena kondisi metabolisme tanaman yang optimal pada waktu tersebut (Sandeep *et al.*, 2021). Selain itu, perlakuan lingkungan seperti perendaman dalam larutan akuades atau larutan lain dapat memengaruhi indeks mitosis. Penelitian oleh Ernawati (2009) dalam (Zidan & Bambang Supriatno, 2023) menunjukkan bahwa perendaman akar bawang merah dalam larutan akuades menghasilkan indeks mitosis tertinggi dibandingkan perlakuan dengan larutan selain akuades. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan termasuk dalam proses perendaman preparat mitosis berpengaruh dalam menentukan aktivitas mitosis pada akar bawang merah. Selain indeks mitosis dalam proses pembuatan dan pengamatan preparat mitosis pada akar bawang kesesuaian waktu antara pengamatan dengan waktu pembelahan sel juga mempengaruhi kejelasan preparat mitosis.

Waktu pengamatan yang sesuai untuk melihat pembelahan sel pada akar bawang merah adalah pagi

hari sekitar pukul 09.00 WIB hingga 12.00 WIB (F. N. Abdullah *et al.*, 2017). Pada waktu tersebut, aktivitas mitosis berada pada kondisi metabolisme sel yang siap untuk melakukan pembelahan sehingga semua fase pembelahan dapat diamati dengan jelas. Preparat dibuat dengan memotong ujung akar sepanjang 2-3 cm dan merendamnya dalam asam asetat selama 30 menit untuk melunakkan dinding sel sebelum direndam dalam safranin selama beberapa menit. Teknik *squash* dilakukan dengan menekan kaca preparat untuk menyebarluaskan sel secara merata sehingga setiap fase mitosis dapat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran dari yang terkecil sampai yang terbesar (Sabeen *et al.*, 2020).

E. Buku Suplemen

Menurut Ati (2018) bahan ajar yang berkualitas adalah bahan ajar yang memiliki komponen isi yang materinya dapat digunakan untuk menjawab permasalahan peserta didik dalam mencapai tujuan. Buku yang digunakan bisa berupa buku teks atau buku non teks (Indriani, Suhanadji, 2020). Buku non teks adalah buku yang bukan buku pegangan pokok bagi peserta didik dalam mempelajari bidang ilmu tertentu di lembaga pendidikan, melainkan sebagai buku referensi

untuk menambah wawasan (Oktavianto, 2018). Oleh karena itu, isi buku non teks tidak dikembangkan berdasarkan tuntutan capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka, tapi harus mencerminkan materi yang berhubungan dengan konteks mata pelajaran tertentu misalnya biologi (Fatianti *et al.*, 2024). Salah satu contoh buku non teks yaitu buku suplemen. Buku suplemen merupakan bahan ajar cetak yang penyusunannya berpedoman pada pengembangan materi untuk menambah wawasan peserta didik (Furqan & Ari, 2023). Dengan kata lain, buku suplemen disusun berdasarkan penjabaran pengetahuan yang baru, yang belum dipaparkan di dalam buku paket yang digunakan selama proses pembelajaran biologi. Oleh karena itu, buku suplemen diharapkan mampu memberikan bantuan informasi atau materi pembelajaran yang baru untuk peserta didik (Masrur *et al.*, 2017). Frihatna *et al* (2021) menyatakan bahwa buku suplemen dapat memperkaya pengetahuan dan wawasan peserta didik, bahkan buku suplemen juga dapat menjadi tambahan ilmu pengetahuan baru bagi pendidik.

Karakteristik utama yang hanya dimiliki oleh buku suplemen sebagai bahan ajar yaitu dalam buku

suplemen tidak terdapat soal atau latihan yang digunakan untuk mengetahui kemampuan belajar atau kepahaman pembacanya terhadap bacaan (Pusat Kurikulum dan Perbukuan, 2018). Buku suplemen tidak menggunakan evaluasi, latihan, ulangan, bentuk lembar kerja siswa, atau bentuk-bentuk lainnya yang mengukur pemahaman terhadap bacaan (Setyanto *et al.*, 2016). Buku suplemen yang dikembangkan merupakan buku suplemen berbasis penelitian. Menurut Krishnapatria (2019) terdapat sebuah cara yang dapat dijadikan pedoman dalam menyusun buku ajar, yakni pengemasan informasi yang sistematis. Buku Ajar juga dapat berasal dari laporan hasil penelitian. Upaya untuk dapat membuat buku ajar berbasis penelitian, harus melakukan penelitian terlebih dahulu dan melaporan hasil penelitiannya. Menurut Setyanto *et al* (2016), hasil penelitian yang dikembangkan menjadi sebuah produk buku merupakan implementasi yang baik dalam bidang pengembangan pendidikan. Buku ajar yang dikembangkan dari hasil sebuah peneltian harus dilakukan setelah mengetaui kebutuhan peserta didik terhadap bahan ajar yang dikembangkan berupa buku ajar berupa buku suplemen berbasis penelitian.

Menurut Anindhita (2024), penyajian materi dalam buku harus memenuhi beberapa syarat, yaitu (1) materi harus relevan dengan kompetensi yang dicapai; (2) materi sesuai dengan topik (3) penyajian materi harus logis, sistematis, komunikatif, dan interaktif; (4) memperhatikan karakteristik dan kondisi peserta didik; dan (5) menggunakan teknik dan menggunakan metode penyajian yang menarik. Buku suplemen memiliki kelebihan daripada bahan ajar jenis lainnya, diantaranya yaitu bahan ajar yang dapat digunakan kapanpun dan dimanapun serta mampu untuk diadaptasikan dengan media lain dan yang terakhir biaya perawatan buku suplemen yang murah (Krishnapatria, 2019).

Menurut Pusat Kurikulum dan Perbukuan, (2018) buku suplemen terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu:

1. Cover yang berisi identitas buku suplemen meliputi judul, identitas penulis.
2. Kata Pengantar merupakan penjelasan singkat tentang tujuan dan manfaat buku.
3. Daftar Isi merupakan panduan untuk menemukan isi buku.
4. Materi Pembelajaran merupakan Isi utama yang relevan dengan tujuan pembelajaran dan melengkapi

buku utama. Materi ini bisa berupa hasil penelitian di laboratorium.

5. Gambar atau tabel merupakan kumpulan ilustrasi, tabel, atau diagram yang mendukung penyajian materi.
6. Rangkuman merupakan ringkasan materi untuk membantu peserta didik menambah wawasan dan ilmu pengetahuan yang baru.
7. Glosarium merupakan sebuah kamus kosakata untuk membantu siswa memahami istilah-istilah yang sulit.
8. Referensi atau Daftar Pustaka merupakan sekumpulan sumber yang digunakan dalam penyusunan materi.

F. Penelitian yang Relevan

1. Jihan Alifya (2024) yang berjudul Formulasi Ekstrak Secang (*Caesalpinia sappan* Linnaeus, 1753) Dengan Mordan Aluminium Amonium Sulfat $[\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2]$ Sebagai Alternatif Pewarnaan Histologi Jaringan Burung Merpati (*Columba livia*).
 - a. Persamaan terletak pada penggunaan pewarna alami dan penambahan mordan pada proses pewarnaan preparat
 - b. Perbedaan terletak pada jenis ekstrak pewarna alami dan variasi mordan yang digunakan.

2. Penelitian Miftahul Izzati (2017) yang berjudul Kualitas Preparat Mitosis *Allium cepa* Menggunakan Pewarna Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Dengan Pelarut Akuades dan Asam Sitrat 10%.
 - a. Persamaanya terletak pada penggunaan pewarna alami dari kulit buah naga untuk menggantikan pewarna sintesis pada pengamatan mitosis *Allium cepa* L.
 - b. Perbedaanya terletak pada variasi pelarut dan durasi variasi waktu perendaman yang digunakan, serta tidak menggunakan mordant dalam proses pewarnaanya.
3. Penelitian Rahayu & Ataji (2020) yang berjudul Perbandingan Larutan Buah Pinang Dan Daun Sirih Hijau Terhadap Kejelasan Preparat Hati Sebagai Alternatif Pewarna Alami Preparat Jaringan Sebagai Sumber Belajar Biologi.
 - a. Persamaannya terletak pada penggunaan pewarna alami sebagai alternatif pengganti pewarna sintetis pada pengamatan preparat dan hasil penelitian yang dijadikan sebagai sumber belajar biologi.
 - b. Perbedaan terletak pada jenis ekstrak pewarna alami dan jenis preparat yang digunakan yaitu

ekstrak berupa larutan buah pinang dan daun sirih hijau sedangkan jenis preparat yang digunakan berupa jaringan hepar.

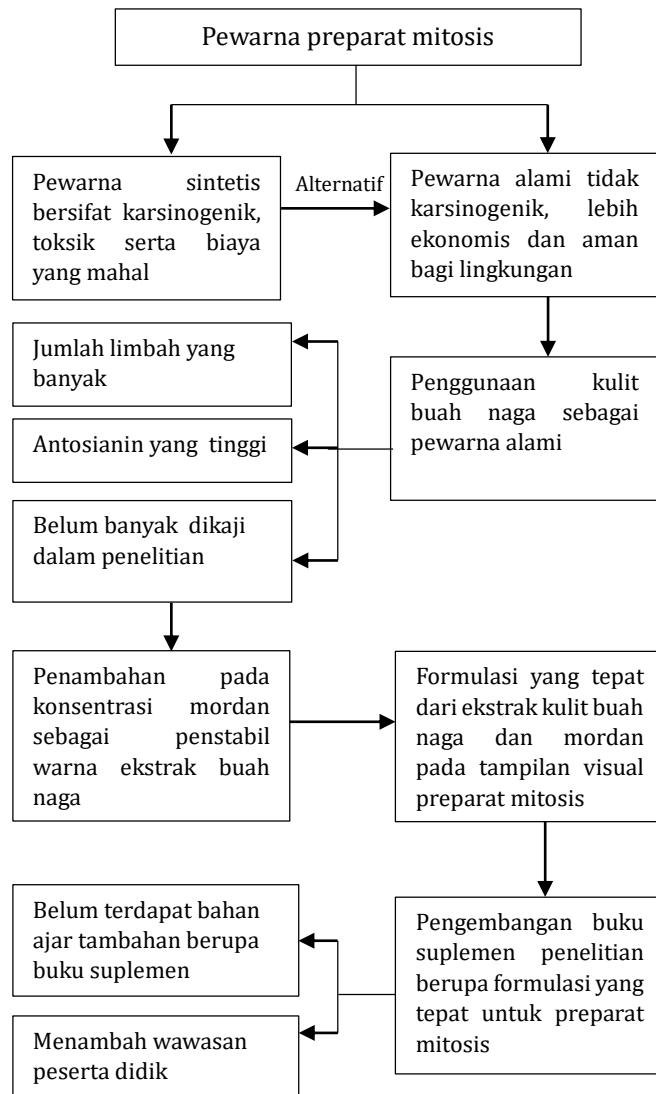
4. Penelitian Setyanto *et al* (2016) yang berjudul Pengembangan Buku Suplemen Pendekatan Molekular Taksonomi Hewan Vertebrata.
 - a. Persamaanya terletak pada produk penelitian yang hasilkan yaitu berupa bahan ajar suplemen yang berbasis penelitian laboratorium.
 - b. Perbedaanya terletak pada model pengembangan buku suplemen dan materi yang dikaji, model pengembangan yang digunakan yaitu *Borg and Gall* dan materi yang dikaji yaitu materi taksonomi hewan.
5. Penelitian Ningrum *et al.*, (2021) yang berjudul Pengembangan Buku Suplemen Biologi Materi Keanekaragaman Hayati Bersumber Keunggulan Lokal Daerah Pesisir.
 - a. Persamaan tersebut terletak pada produk penelitian yang hasilkan yaitu berupa bahan ajar suplemen yang berbasis penelitian.
 - b. Perbedaan terletak pada model pengembangan buku suplemen dan materi yang dikaji, model pengembangan yang digunakan yaitu *ADDIE* dan

materi yang dikaji yaitu materi keanekaragaman hayati.

G. Kerangka Berpikir

Pengertian kerangka berpikir yaitu upaya untuk membuat alur penelitian yang jelas dan masuk akal. Sebuah kerangka berpikir bukanlah sekumpulan informasi yang dikumpulkan dari berbagai sumber namun, kerangka berpikir membutuhkan lebih dari sekedar data atau informasi yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Berdasarkan pemahaman teoritis di atas, dapat diterapkan dalam penelitian yang berjudul “Pemanfaatan ekstrak kulit buah naga merah dan variasi konsentrasi mordern sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah untuk sumber belajar biologi”. Pewarna preparat mitosis terbagi menjadi dua jenis utama yaitu berupa sintetis dan alami. Pewarna sintetis memiliki kekurangan seperti sifat karsinogenik, toksisitas bagi lingkungan serta biaya mahal,. Sehingga membutuhkan alternatif sebagai pengganti pewarna sintetis yaitu berupa pewarna alami. Hal terebut dikarenakan pewarna alami memiliki sifat tidak karsinogenik, lebih ekonomis, dan aman bagi lingkungan. Salah satu pewarna alami yang berpotensi sebagai alternatif

pengganti pewarna sintetis adalah kulit buah naga. Hal ini dikarenakan limbah kulit buah naga sanagn berlimpah dan mengandung antosianin sebagai sumber pewarna alami, serta penggunaannya dalam penelitian masih terbatas. Namun penggunaan kulit buah naga sebagai pewarna lami itu memiliki kelemahan yaitu kestabilan warna yang kurang konsisten. Oleh karena itu, diperlukan penambahan konsentrasi mordan sebagai penstabil warna ekstrak kuit buah naga. Pengembangan formulasi yang tepat dari ekstrak kulit buah naga dan mordan penting untuk menghasilkan tampilan visual preparat mitosis yang optimal. Sehingga diharapkan nanti hasil formulasi yang tepat untuk preparat mitosis dapat dikembangkan menjadi buku suplemen Hal tersebut diperlukan karena belum tersedia bahan ajar tambahan berupa buku suplemen yang dapat menambah wawasan peserta didik.



Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir

H. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah penggunaan ekstrak kulit buah naga merah (*Selenicereus monacanthus* L) dengan berbagai konsentrasi mordan dan pelarut dapat digunakan sebagai pewarna alami preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa* L) dilihat dari kejelasan dan kontras warna kromosom.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Jenis Penelitian ini adalah perpaduan penelitian eksploratif laboratorium dan pengembangan. Penelitian eksploratif untuk mengetahui kombinasi ekstrak kulit buah naga dan mordan yang paling baik dalam mewarnai preparat mitosis akar bawang merah. Penelitian pengembangan digunakan untuk mengembangkan bahan ajar biologi.

B. Metode Penelitian Eksploratif

1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan di dua laboratorium yaitu laboratorium mikroteknik dan bioteknologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Waktu penelitian ini dilakukan dari bulan April – Juni 2025.

2. Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan yaitu : *beacker glass* (Iwaki) 100 ml, pisau, batang pengaduk, timbangan digital (AND), gelas ukur (Iwaki) 100 ml, kertas saring Wattman no 41, saringan kain mesh 200, cutter/silet gillete, botol vial gelap, aluminium foil, pipet tetes, mikrotube, kuas kecil, cawan petri, mikroskop optilab

seri 27, mikroskop binokuler Olympus seri 23, lemari asam, objek gelas, kaca penutup.

Bahan yang akan digunakan yaitu: etanol 96% (*Technical Grade*), kulit buah naga merah, akar tanaman bawang merah, HCL p.a 1 N, asam asetat glasial p.a 45%, safranin, gliserin, aquades, tawas (*Technical Grade*).

3. Sampel Penelitian

Pengambilan sampel penelitian dengan metode purposive sampling, berdasarkan kriteria buah naga yang masih segar serta kulit berwarna merah. Sedangkan kriteria bawang merah yang dijadikan sampel yaitu bawang merah yang masih segar. Sampel diperoleh dari pasar dan swalayan yang berada di sekitar kecamatan Ngaliyan. Buah naga yang digunakan adalah kulit bagian dalam. Sedangkan untuk bawang merah digunakan pada bagian akar yang aktif melakukan pemanjangan yang sebelumnya ditumbuhkan dalam media cair berupa air mineral tanpa campuran apapun.

4. Definisi Operasional Variabel

a. Variabel bebas pada penelitian ini mengacu pada :

- 1) Variasi pelarut dengan penggunaan kombinasi etanol 96% dengan asam sitrat 20% dan etanol 96% dengan asam asetat 70%
 - 2) Rasio perbandingan ekstrak kulit buah naga dan pelarut meliputi 3 rasio (massa/vokume) yang digunakan yaitu 1:5, 1:1 dan 5:1
 - 3) Variasi konsentrasi mordan yang digunakan meliputi 3 konsentrasi yaitu 2,5%, 5% dan 10%
- b. Variabel terikat pada penelitian ini mengacu pada :
- 1) Kejelasan dan kekontrasan warna preparat mitosis yang sesuai dengan kriteria pada lampiran 4
 - c. Variabel kontrol pada penelitian ini menggunakan 2 variabel yang digunakan sebagai acuan yaitu :
 - 1) Variabel kontrol positif berupa preparat dengan menggunakan safranin (KP)
 - 2) Variabel kontrol negatif berupa preparat tanpa pewarnaan (KN)

5. Langkah Kerja

a. Pembuatan Pelarut

1) Kombinasi pelarut etanol dan asam sitrat

Proses pembuatan pelarut antara etanol dan asam sitrat dilakukan dengan menentukan volume akhir terlebih dahulu, dalam hal ini yang akan dibuat

volume akhirnya yaitu 50 ml. Maka langkah pertama yaitu mengambil etanol 96% *technical grade* 50 ml, kemudian ambil dan timbang asam sitrat sebanyak 20% dari total volume yang akan digunakan, dalam hal ini 20% dari 50 ml yaitu 10 gram, Jadi asam sitrat yang ditimbang yaitu 10 gram kemudian dilarutkan ke dalam 50 ml etanol 96%

2) Kombinasi pelarut etanol dan asam asetat

Proses pembuatan pelarut antara etanol dan asam asetat dilakukan dengan menentukan volume akhir terlebih dahulu, dalam hal ini yang akan dibuat volume akhirnya yaitu 10 ml yang terdiri dari etanol konsentrasi 96% *technical grade* dan asam asetat konsentrasi 70%. Maka langkah pertama yaitu mengambil etanol *technical grade* 5 ml. Kemudian ambil asam asetat p.a sebanyak 7 ml dan campur dengan aquades sebanyak 3 ml untuk menurunkan konsentrasi asam asetat p.a menjadi konsentrasi 70%. Kemudian ambil asam asetat dengan konsentrasi 70% yang sudah dibuat sebanyak 5 ml dan campur dengan etanol 96% sebanyak 5 ml. Campur kedua larutan tersebut sampai homogen.

b. Pembuatan Ekstrak Kulit Buah Naga

- 1) Ekstrak kulit buah naga dan pelarut rasio 1:1
{g/ml}

Tahapan yang dilakukan dimulai dari memotong bagian dalam dari kulit buah naga kemudian dicuci bersih kemudian dihaluskan menggunakan blender sampai menjadi bubur, kemudian direndam dengan pelarut menggunakan perbandingan 1 :1 (g/ml) yaitu bubur kulit buah naga ditimbang dengan berat 50 gram direndam dengan pelarut nomor 1. Sebelum direndam dengan bubur kulit buah naga pelarut ditambahkan mordian, kemudian bubur direndam dengan pelarut di dalam toples kaca gelap selama 24 jam. kemudian tahap selanjutnya hasil ekstrak disaring sebanyak 2 kali, yang pertama disaring menggunakan saringan kain mesh 200, kemudian hasil filtrat penyaringan pertama disaring ulang dengan menngunakan saringan kertas wattman no 41 untuk memperoleh filtrat yang kental dan pekat serta terbebas dari maserat atau ampas kulit buah naga, kemudian filtrat dapat langsung dijadikan sebagai bahan pewarna objek pengamatan, atau dapat dimasukan ke dalam botol vial gelap dan disimpan dalam suhu ruang.

2) Ekstrak kulit buah naga dan pelarut rasio 1:5

{g/ml}

Tahapan yang dilakukan dimulai dari memotong bagian dalam dari kulit buah naga kemudian dicuci bersih kemudian dihaluskan menggunakan blender sampai menjadi bubur, kemudian direndam dengan pelarut menggunakan perbandingan 1:5 (g/ml) yaitu bubur kulit buah naga ditimbang dengan berat 2 gram direndam dengan pelarut nomor 2. Sebelum direndam dengan bubur kulit buah naga pelarut ditambahkan mordan. kemudian bubur direndam dengan pelarut di dalam toples kaca gelap selama 24 jam. kemudian tahap selanjutnya hasil ekstrak disaring sebanyak 2 kali, yang pertama disaring menggunakan saringan kain mesh 200, kemudian hasil filtrat penyaringan pertama disaring ulang dengan menggunakan saringan kertas wattman no 41 untuk memperoleh filtrat yang kental dan pekat serta terbebas dari maserat atau ampas kulit buah naga, kemudian filtrat dapat langsung dijadikan sebagai bahan pewarna objek pengamatan, atau dapat dimasukan ke dalam botol vial gelap dan disimpan dalam suhu ruang.

3) Ekstrak kulit buah naga dan pelarut rasio 1:1
{g/ml}

Tahapan yang dilakukan dimulai dari memotong bagian dalam dari kulit buah naga kemudian dicuci bersih kemudian dihaluskan menggunakan blender sampai menjadi bubur, kemudian direndam dengan pelarut menggunakan perbandingan 1:1 (g/ml) yaitu bubur kulit buah naga ditimbang dengan berat 10 gram direndam dengan pelarut nomor 2. Sebelum direndam dengan bubur kulit buah naga pelarut ditambahkan mordan. kemudian bubur direndam dengan pelarut di dalam toples kaca gelap selama 24 jam. kemudian tahap selanjutnya hasil ekstrak disaring sebanyak 2 kali, yang pertama disaring menggunakan saringan kain mesh 200, kemudian hasil filtrat penyaringan pertama disaring ulang dengan menggunakan saringan kertas wattman no 41 untuk memperoleh filtrat yang kental dan pekat serta terbebas dari maserat atau ampas kulit buah naga, kemudian filtrat dapat langsung dijadikan sebagai bahan pewarna objek pengamatan, atau dapat dimasukan ke dalam botol vial gelap dan disimpan dalam suhu ruang.

4) Ekstrak kulit buah naga dan pelarut rasio 5:1
{g/ml}

Metode ekstraksi kulit buah naga dilakukan dengan metode maserasi kinetik. Tahapan yang dilakukan dimulai dari memotong bagian dalam dari kulit buah naga kemudian dicuci bersih kemudian dihaluskan menggunakan blender sampai menjadi bubur, kemudian direndam dengan pelarut menggunakan perbandingan 5 :1 (g/ml) yaitu bubur kulit buah naga ditimbang dengan berat 50 g direndam dengan pelarut nomor 2. Sebelum bubur kulit buah naga direndam dengan pelarut, pelarut ditambahkan 0,2 ml HCL 1N setelah itu pelarut ditambahkan mordian, kemudian bubur kulit buah naga direndam di dalam toples kaca gelap selama 24 jam. Penambahan HCL 1 N sebanyak 0,2 ml dalam pelarut bertujuan untuk menurunkan pH dari pelarut supaya lebih asam yaitu diangka 1. (Kristiana *et al.*, 2012) (dalam Puspawati *et al.*, 2019). kemudian tahap selanjutnya hasil ekstrak disaring sebanyak 2 kali, yang pertama disaring menggunakan saringan kain mesh 200, kemudian hasil filtrat penyaringan pertama disaring ulang dengan menggunakan saringan kertas wattman no 41 untuk memperoleh filtrat yang kental dan pekat

serta terbebas dari maserat atau ampas kulit buah naga, kemudian filtrat dapat langsung dijadikan sebagai bahan pewarna objek pengamatan, atau dapat dimasukan ke dalam botol vial gelap dan disimpan dalam suhu ruang.

c. Pembuatan konsentrasi mordan 2,5%

Tawas ditimbang sebanyak 0,25 gram kemudian dilarutkan ke dalam pelarut ekstrak 10 ml dengan kombinasi etanol 96% + asam sitrat atau etanol 96% + asam asetat, maka mordan tawas dengan konsentrasi 2,5 % dalam 10 ml pelarut dapat disimpan dan digunakan sebagai mordan.

d. Pembuatan konsentrasi mordan 5%

Tawas ditimbang sebanyak 0,5 gram kemudian dilarutkan ke dalam pelarut ekstrak 10 ml dengan kombinasi etanol 96% ditambah asam sitrat atau etanol 96% ditambah asam asetat, maka mordan tawas dengan konsentrasi 5 % dalam 10 ml pelarut dapat disimpan dan digunakan sebagai mordan.

e. Pembuatan mordan 10%

Tawas ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dilarutkan ke dalam pelarut ekstrak 10 ml dengan kombinasi etanol 96% ditambah asam sitrat atau etanol 96% ditambah asam asetat, maka mordan tawas

dengan konsentrasi 10 % dalam 10 ml pelarut dapat disimpan dan digunakan sebagai mordan.

f. Pembuatan Preparat Mitosis Akar Bawang Merah

Tahap pembuatan sediaan akar bawang merah (*Allium cepa* L.) dengan menggunakan metode *squash* dimulai dengan menumbuhkan terlebih dahulu akar bawang merah (*Allium cepa* L.) dengan cara setengah bagian tubuh bawang merah direndam dengan air selama 1 minggu tanpa terkena cahaya matahari secara langsung. Akar yang tumbuh kemudian dipotong sepanjang 2-3 cm, dan dimasukan ke dalam mikrotube ukuran 0,5 ml dan waktu pemotongan akar dilakukan pagi hari jam 09.30 WIB karena merupakan waktu paling efektif untuk pengamatan mitosis akar bawang merah (Abidin & Budiono, 2014). Kemudian akar difiksasi menggunakan larutan asam asetat glasial 45% selama 15 menit di dalam *freezer* dengan suhu 4°C, setelah difiksasi ujung akar dicuci menggunakan akuades sebanyak 3 kali. Kemudian akar dimaserasi menggunakan HCl 1 N, didiamkan selama 15 menit pada suhu oven di angka 55°C. HCl 1 N kemudian dibuang setelah itu akar dibilas dengan akuades sebanyak tiga kali. Akar kemudian diwarnai sesuai dengan perlakuan rancangan percobaan tabel 3.1.

Ketika pewarnaan akar bawang menggunakan larutan safranin maka hanya membutuhkan waktu selama 5 detik untuk proses pewarnaan, kemudian akar dibilas menggunakan aquades untuk menghilangkan sisa dari pewarna, kemudian akar diletakkan pada kaca objek dan ditetesi dengan gliserin setelah itu ditutup dengan kaca penutup kemudian *di squash* menggunakan ujung kuas ukuran kecil. Pastikan proses *squash* dilakukan secara optimal sampai objek pengamatan akar bawang terlihat sangat tipis dan renggang, kemudian amati preparat akar menggunakan mikroskop optilab, dimulai dengan perbesaran yang paling kecil kemudian ke yang paling besar untuk menganalisis fase pembelahan sel. Kemudian diulangi sebanyak 3 kali pengulangan dan dibuat perbandingan hasil pewarnaan dengan menggunakan safranin. Metode dan variasi dalam penelitian ini diadaptasi dan dikembangkan dari penelitian (Adiningsih *et al.*, 2024)

6. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan ini mengacu pada konsentrasi kombinasi pelarut yang digunakan serta perbandingan rasio antara ekstrak dan pelarut dan pemberian mordant dengan konsentrasi 2,5%, 5 % dan

10%. Jenis pelarut untuk membuat pewarna alami dari kulit buah naga yang digunakan meliputi:

1. Campuran etanol 96% dan asam sitrat 20 % (1:1)
2. Campuran etanol 96% dan asam asetat 70 % (1:5)
(1:1) (5:1)

Pelarut dan Mordan		Rasio perbandingan kulit buah naga : pelarut etanol dan asam sitrat (g/ml)			
Hari pewarnaan	Rasio 1 : 1	Safranin	Tanpa pewarnaan	Safranin	Tanpa pewarnaan
	Etanol 96% + AS 20% + M 2,5%	Etanol 96% + AS 20% + M 5 %	Etanol 96% + AS 20% + M 10 %		
Hari pertama	a	b	c	KP	KN
Hari kedua	g	h	i	KP	KN
Hari ketiga	m	n	o	KP	KN

Perkiraan



Gambar 3.1 Rancangan percobaan

: Rasio perbandingan yang digunakan
 : Kombinasi pelarut yang digunakan
 : Kode pewarnaan untuk hari pertam
 : Kode pewarnaan untuk hari kedua
 : Kode pewarnaan untuk hari ketiga

Pelarut dan Mordan					
Ratio perbandingan kulit buah naga : pelarut asam asetat dan etanol (g/ml)					
Hari pewarnaan	Rasio 1:5	Rasio 1:1	Rasio 5:1	Safarin	Tanpa pewarnaan
	Asam asetat 70% + Etanol 96 % + M 10 %	Asam asetat 70% + Etanol 96 % + M 10 %	Asam asetat 70% + Etanol 96 % + M 10 %		
Hari pertama	d	e	f	KN	KN
Hari kedua	j	k	l	KP	KN
Hari ketiga	p	q	r	KP	KN

Keterangan



Gambar 3.2 Rancangan percobaan

- : Rasio perbandingan yang digunakan
- : Kombinasi pelarut yang digunakan
- : Kode pewarnaan untuk hari pertama
- : Kode pewarnaan untuk hari kedua
- : Kode pewarnaan untuk hari ketiga

7. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan dokumentasi dan lembar observasi. Teknik dokumentasi digunakan untuk memperoleh data berupa foto atau gambar hasil pengamatan mikroskop. Lembar observasi digunakan untuk menilai tingkat kejelasan dan kekontrasan serta kualitas kelayakan preparat dengan menggunakan skala Likert 1-4. Selanjutnya hasil dari skala Likert disesuaikan dengan kategori berdasarkan tingkat kejelasan, kekontrasan dan kelayakan preparat. Kelayakan preparat meliputi 4 indikator utama yaitu, identitas preparat, gelembung udara, kelengkapan fase pembelahan dan posisi objek pengamatan. Hasil yang diperoleh kemudian dikategorikan sesuai dengan kriteria berikut:

Tabel 3.2 Kriteria Kejelasan Preparat

Kriteria Penilaian	Kategori
81,00% - 100,00%	Sangat jelas/Sangat Kontras
61,00% - 80,00%	Jelas/Kontras
26,00% - 60,00%	Kurang Jelas/Kurang Kontras
< 25,00%	Tidak Jelas/ Tidak Kontras

Sumber : (Ahmad *et al*,2013 : Wagiyanti & Noor, 2017)

Tabel 3.3 Kriteria Kelayakan Preparat

Kriteria Penilaian	Kategori
81,25% - 100,00%	Sangat layak
62,50% - 81,24%	Layak
43,75% - 62,49%	Kurang layak
< 25,00%	Tidak layak

Sumber : (Budiono, 2014)

8. Teknik Analisis Data

Data foto hasil pengamatan mikroskopis dianalisis menggunakan *software image J* dan *Software optilab*. *Image J* digunakan untuk olah gambar dari hasil pengamatan preparat terutama untuk mengetahui tingkat kekontrasan dari pewarnaan preparat. Data penilaian terhadap kejelasan dan kualitas kelayakan preparat dianalisis secara kualitatif dengan berpedoman pada instrumen lembar observasi pengamatan (Lampiran 4). Teknik analisis data berupa pengukuran preparat dan identifikasi strukturnya dari hasil variasi pelarut dan mordan dianalisis menggunakan *software optilab*.

C. Metode Penelitian Pengembangan

1. Model Pengembangan

Penelitian pengembangan atau *Research & Development* (R&D) menggunakan model pengembangan 4D. Alasan pemilihan model pengembangan 4D yaitu memiliki sintak yang jelas dan

mudah diterapkan sehingga hal tersebut yang menjadikan model 4D lebih banyak digunakan dalam konteks pendidikan (Arta & Irfan, 2022).

2. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar berupa buku suplemen dari hasil riset di laboratorium. Produk pada penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan model 4D. Namun dari tahapan yang terdapat pada 4D, penelitian ini mengembangkan bahan ajar hanya sampai ditahap *development*. Adapun langkah penelitian dan pengembangan sebagai berikut (Hariyanto *et al.*, 2022)

a. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap *define* dilakukan sebagai analisis kebutuhan peserta didik pada produk pengembangan yang akan dikembangkan yaitu buku suplemen yang di dalamnya memuat wawasan dan pengetahuan tentang pemanfaatan limbah organik bagi kegiatan pembelajaran biologi. Tahap ini dapat dilakukan dengan observasi dan wawancara langsung kepada pendidik yang mengampu mata pelajaran biologi. Hasil wawancara dengan pendidik yang mengampu mata pelajaran biologi kelas XI menjelaskan bahwa keadaan

yang terjadi di sekolah SMA Negeri 7 Semarang belum terdapat buku suplemen yang berbasis penelitian secara langsung di laboratorium terutama yang berkaitan dengan pemanfaatan ekstrak suatu tanaman untuk dijadikan bahan sumber pembelajaran biologi. .

b. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap perancangan bertujuan untuk merancang bahan ajar yang akan dikembangkan. Tahap ini dimulai setelah serangkaian prosedur penelitian yang terdapat di laboratorium selesai dilakukan. Aspek utama dalam tahap desain adalah pemilihan format untuk bahan ajar, serta pembuatan versi awal. Ada beberapa langkah pada tahap ini yang harus dilakukan, yaitu:

- 1) Penentuan format dan media yang digunakan untuk mengembangkan buku suplemen meliputi pemilihan perangkat lunak untuk membuat *design*, dan sumber belajar yang digunakan
- 2) Penentuan rancangan awal sesuai dengan struktur penyusunan bahan ajar berupa buku suplemen yang merupakan gambaran produk bahan ajar yang akan dihasilkan pada penelitian ini.

c. Tahap *Development* (pengembangan)

Tahap pengembangan memiliki tujuan untuk menghasilkan bahan ajar berupa buku suplemen yang

berbasis penelitian di laboratorium. Pada tahap ini dilakukan uji validitas produk dari para ahli yang didapat dari hasil validasi dengan memberikan instrumen validitas kepada para ahli. Kemudian diakhiri dengan tahap uji coba skala kecil oleh 15 peserta didik kelas XI_A SMA Negeri 7 Semarang, serta uji coba skala besar dengan jumlah 37 peserta didik. Tahap *development* ini didapatkan evaluasi dari saran dan masukan oleh berbagai pihak untuk menjadikan bahan ajar buku suplemen yang dikembangkan menjadi lebih baik lagi. Terdapat beberapa fase dalam tahap pengembangan, yaitu:

1) Penilaian Ahli

Penilaian ahli meliputi dua orang ahli dengan rincian sebagai berikut

- (a) Satu dosen biologi sebagai ahli materi.
- (b) Satu dosen biologi sebagai ahli media.

Hasil validasi yang diberikan validator dihitung menggunakan rumus (Akbar, 2013)

$$Va = \frac{Tsa}{Tsh} \times 100$$

Keterangan :

Va = Skor validasi

Tsa = Total skor empiris

Tsh = Total skor maksimal

Kemudian nilai yang diperoleh dianalisis dan dikategorikan untuk mengetahui tingkat validitas sesuai kriteria berikut :

Tabael 3.3 Kriteria validitas

Tingkat Persentase	Kriteria
85,01% - 100,00%	Sangat Valid
70,01% - 85,00%	Valid
50,01% - 70,00%	Kurang Valid
01,00% - 50,00%	Tidak Valid

(Sumber : Akbar, 2013)

2) Uji Pengembangan Produk (*Development testing*)

Fase pengembangan memiliki tujuan untuk mengujicobakan produk buku suplemen dari hasil penelitian riset di laboratorium. Produk ini diuji cobakan sebanyak dua tahap yaitu skala terbatas pada tahap pertama diberikan kepada 15 peserta didik, dan diuji coba skala terbatas tahap kedua diberikan kepada 37 peserta didik.

3. Subjek Uji Coba Produk

Subjek pada uji coba produk yaitu 2 validator ahli yang terdiri dari dua dosen, selain ahli validator, ada juga peserta didik. Adapun kriteria dari subjek uji coba tersebut adalah

- Dosen

Dosen yang menjadi subjek uji coba terdiri dari dua dosen pendidikan biologi dengan kriteria satu dosen merupakan dosen dengan latar belakang pendidikan yang ahli pada materi genetika dan pembelahan sel, sedangkan dosen yang kedua merupakan dosen yang memiliki latar belakang mumpuni di bidang media sehingga dapat dijadikan sebagai ahli di bidang media.

b. Peserta didik

Peserta didik yang menjadi subjek uji coba pada penelitian ini yaitu menggunakan kelompok terbatas berjumlah 15 peserta didik dan juga dijadikan uji coba kelompok besar yang terdiri dari 1 kelas dengan jumlah 37 peserta didik. Total keseluruhan kelas pada kelas XI yaitu 7 kelas yang ada di SMA Negeri 7 Semarang

4. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan yaitu berupa kegiatan survei di SMA Negeri 7 Semarang dengan menggunakan instrumen yang berisi pernyataan angket. Instrumen angket disebarluaskan kepada peserta didik dengan teknik purposive sampling. Dengan jumlah populasi peserta didik kelas XI terdiri dari 7 kelas, yang setiap kelas terdapat 37 peserta didik.

Sampel yang diambil untuk uji coba produk dengan skala terbatas pada tahap pertama yang terdiri dari 15 anak dengan kriteria pemilihan diambil dari nilai hasil pembelajaran peserta didik di kelas. Ada yang rendah, sedang dan tinggi, masing masing kategori diambil perwakilan untuk dijadikan sampel uji skala terbatas tahap pertama. Instrumen angket juga diberikan kepada validator ahli. Data dari penyebaran instrumen angket menggunakan skala Likert 1-4, dan dianalisis secara kuantitatif.

Tabel 3. 4. Skor penilaian jawaban

Kriteria	Skor
Sangat Sesuai	4
Sesuai	3
Kurang Sesuai	2
Tidak Sesuai	1

Hasil uji coba dihitung menggunakan rumus

$$Vp = \frac{Tsp}{Tsh} \times 100$$

Keterangan :

Vp = Skor responden

Tsp = Total skor empiris

Tsh = Total skor maksimal

Kemudian nilai yang diperoleh dianalisis dan dikategorikan untuk mengetahui tingkat validitas sesuai kriteria berikut :

Tabel 3.3 Kriteria validitas

Tingkat Pencapaian	Kriteria
85,01% - 100,00%	Sangat Valid
70,01% - 85,00%	Valid
50,01% - 70,00%	Kurang Valid
01,00% - 50,00%	Tidak Valid

(Sumber : Akbar, 2013)

Teknik lain yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu teknik wawancara dan teknik observasi. Dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa lembar wawancara dan lembar observasi. Wawancara dilakukan kepada pendidik yang mengampu mata pelajaran biologi SMA Negeri 7 Semarang. Sedangkan observasi dilakukan ketika proses pembelajaran di kelas sedang berlangsung dan juga observasi dilakukan di perpustakaan SMA Negeri 7 Semarang. Data yang diperoleh dari lembar wawancara dan lembar observasi akan dianalisis secara kualitatif.

BAB IV

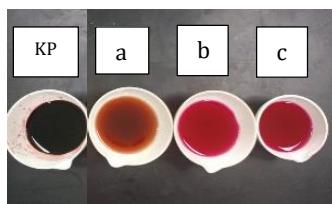
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Eksploratif Laboratorium.

1. Hasil Ekstrak Kulit Buah Naga untuk Pewarnaan Preparat Mitosis Akar Bawang Merah

Pewarnaan preparat mitosis akar bawang merah (*Allium cepa*) dengan kombinasi pelarut dan mordant pada kromosom menggunakan pewarna alami menunjukkan reaksi warna setiap formula berbeda-beda. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil ekstraksi (Gambar 4.1). Setiap formula merupakan hasil reaksi senyawa antosianin dengan etanol 96% dan tambahan asam sitrat 20%. Antosianin termasuk senyawa golongan flavonoid yang bersifat polar karena memiliki gugus hidroksil, sehingga mudah larut dengan pelarut polar seperti alkohol 96% dan menimbulkan reaksi warna larutan berwarna merah cerah awalnya, namun berubah menjadi coklat setelah beberapa hari. Hal ini dikarenakan pewarna tersebut sudah mengalami oksidasi dan degradasi. Proses degradasi ini berdampak pada perubahan warna ekstrak. Hal ini dapat diamati pada Gambar 4.1, yang menunjukkan hasil ekstraksi setelah tujuh hari pembuatan, dapat dilihat bahwa tampak

perbedaan warna sebagai akibat dari proses degradasi yang berbeda-beda pada masing-masing sampel. Degradasi ini menyebabkan warna merah memudar dan berubah menjadi coklat kehitaman. Penggunaan alkohol 96% sebagai bahan pelarut dalam ekstraksi disebabkan karena mudah berpenetrasi ke dalam dinding sel sehingga mampu menghasilkan ekstrak yang pekat (Wendersteyt *et al.*, 2021).



Gambar 4. 1 Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut etanol dan asam sitrat selama 7 hari

Keterangan :

KP = Kontrol positif (Safranin)

a = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:1 etanol 96% + 20% asam sitrat + mordan 2,5%

b = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:1 etanol 96% + 20% asam sitrat + mordan 5%

c = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:1 etanol 96% + 20% asam sitrat + mordan 10%

Larutan ekstrak kulit buah naga pada formula yang lain menunjukkan reaksi perubahan warna yang dipengaruhi oleh pelarut yang digunakan dan ada

tidaknya pemberian mordan tawas. Formula c yang merupakan campuran ekstrak kulit buah naga dengan asam sitrat 20% dan ditambah mordan 10% menghasilkan warna merah keunguan. Sedangkan formula b dengan campuran ekstrak kulit buah naga dengan asam sitrat 20% dan mordan 5% menghasilkan warna merah namun tidak sepekat pada formula c. Pada formula a dengan penambahan asam sitrat 20 % dan mordan tawas yang hanya 2,5% dapat memperkuat ikatan warna menjadi merah tetapi warna merah yang dihasilkan memiliki indikasi merah kecoklatan. Reaksi perubahan warna pada formula dengan tambahan mordan tawas menunjukkan warna menjadi pekat dan sedikit lebih lama untuk dapat mempertahankan warna. Formula b dan c yang ditambahkan dengan asam sitrat 20% dan tawas 5% dan 10% menunjukkan perubahan warna menjadi merah yang lebih pekat.

Penggunaan asam sitrat sebagai campuran bahan pelarut utama yaitu etanol 96% memiliki tujuan yaitu untuk menurunkan derajat keasaman dari hasil ekstrak yang dimaserasi (Surianti, 2015). Hal tersebut dikarenakan senyawa antosianin akan lebih mudah larut pada kondisi asam, sehingga antosianin tetap

dalam bentuk terprotonasi yang lebih stabil untuk diekstraksi. Hal ini menghasilkan warna ekstrak yang lebih pekat dan kandungan antosianin yang lebih tinggi (Pramitasari & Angelica, 2020). Oleh sebab itu semakin tinggi konsentrasi asam sitrat, 20% bahkan lebih yang digunakan sebagai campuran pelarut ekstrak kulit buah naga maka semakin pekat warna merah yang dihasilkan.



(d) (e) (f)

Gambar 4. 2 Ekstrak kulit buah naga pelarut asam asetat dan etanol selama 7 hari

Keterangan :

- d = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:5 etanol 96%+ asam asetat 70% + 10% mordan
- e = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:1 etanol 96%+ asam asetat 70% + 10% mordan
- f = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 5:1 etanol 96%+asam asetat 70% + 10% mordan

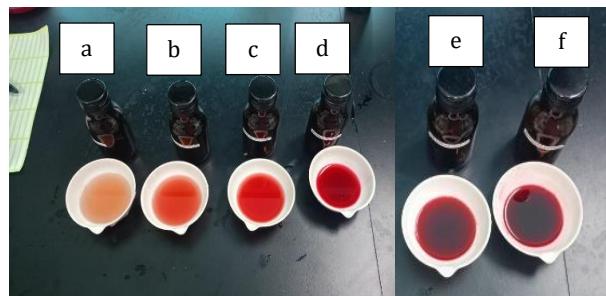
Selain pelarut etanol 96% dengan tambahan asam sitrat 20%. Terdapat kombinasi variasi pelarut yang digunakan yaitu asam asetat 70% serta tambahan HCL 1N dapat dilihat pada Gambar 4.2. Hal tersebut bertujuan untuk membuat pH dari ekstrak kulit buah

naga memiliki pH yang asam mencapai angka 1 derajat. Sehingga memudahkan untuk proses penyerapan warna antosianin ke dalam kromosom akar bawang merah. pH yang asam dapat mempertahankan kadar antosianin yang terdapat pada ekstrak kulit buah naga. Hal ini didukung oleh penelitian Ayun *et al* (2022) terkait pengaruh indikator pH pada ekstrak kulit buah naga yang mengungkapkan bahwa variasi pH berpengaruh pada perubahan larutan warna yang dihasilkan karena terjadi oksidasi dari senyawa antosianin dengan adanya penambahan H⁺. Selain itu pada penelitian Febriani *et al* (2022) menyatakan bahwa antosianin akan berwarna merah cerah sampai pekat keunguan pada pH asam (pH 1-4) dan semakin dengan adanya peningkatan pH warna akan berubah menjadi kuning kecoklatan sampai hijau tua.

Formulasi d, e dan f pada Gambar 4.2 merupakan campuran dari pelarut asam asetat 70% ditambah etanol 96% dan sedikit tambahan HCL 1N yang kemudian ditambahkan juga dengan mordan tawas 10% menghasilkan warna merah namun memiliki kepekatan warna yang berbeda beda. Proses ini disebabkan karena rasio perbandingan antara ekstrak dan pelarut yang digunakan berbeda-beda. Hal

ini dapat dilihat bahwa formula d merupakan campuran dari pelarut asam asetat 70% dengan etanol 96% yang kemudian ditambahkan mordan tawas 10% menghasilkan warna merah yang cerah namun masih sangat encer dan kurang pekat. Sedangkan jika dibandingkan dengan formula e kekentalan dan kepekatan lebih baik dibandingkan formula d. Terakhir yaitu formula f merupakan campuran dari pelarut asam asetat 70% dengan etanol 96% yang kemudian ditambahkan mordan tawas 10% dan sedikit HCL 1 N sebanyak 0,2 ml menghasilkan warna merah cerah yang sangat pekat. Perbedaan hasil formula pada tingkat kepekatan yang berbeda beda, dipengaruhi oleh campuran pelarut yang digunakan. Selain itu, juga terdapat faktor lain berupa perbandingan rasio yang digunakan dalam setiap formula. Semakin tinggi rasio ekstrak yang diberikan dan semakin sedikit rasio pelarut yang dicampurkan selama maserasi, maka semakin pekat ekstrak yang dihasilkan. Volume pelarut yang lebih sedikit menyebabkan senyawa terlarut lebih terkonsentrasi pada volume ekstrak akhir.

Tampilan visualisasi ekstrak kulit buah naga dengan pada Gambar 4.1 dan 4.2 dapat berubah, hal tersebut dikarenakan jangka waktu penyimpanan esktrak alami memiliki batas maksimal. Penemuan ini selaras dengan penjelasan penelitian dari Azkiya *et al* (2025) yang menjelaskan antosianin dari hasil esktrak akan mengalami perubahan dikarenakan lamanya waktu penyimpanan, sekalipun dicampur dengan konsentrasi mordan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.3



(1)

Gambar 4.3. (1) Esktrak kulit buah naga selama 1 bulan

Keterangan :

- a = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:1 etanol 96% + 20% asam sitrat + mordan 2,5%
- b = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:1 etanol 96% + 20% asam sitrat + mordan 5%
- c = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:1 etanol 96% + 20% asam itrat + mordan 10%

- d = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:5 etanol 96% + asam asetat 70% + 10% mordan
- e = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 1:1 etanol 96%+ asam asetat 70% + 10% mordan
- f = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan 5:1 etanol 96%+ asam asetat 70% + 10% mordan

Waktu ekstraksi juga berkontribusi pada perubahan warna yang diamati. Perbandingan warna antara ekstrak yang diambil pada hari ke-tujuh dan satu bulan menunjukkan bahwa waktu ekstraksi yang lebih lama dapat menyebabkan perubahan dalam komposisi kimia ekstrak. Selama periode ekstraksi yang lebih lama, senyawa-senyawa yang lebih mudah terdegradasi dapat hilang, sementara senyawa lain yang lebih stabil yang mendominasi, sehingga mengubah warna akhir. Proses oksidasi yang terjadi selama waktu ekstraksi yang lebih lama juga dapat mempengaruhi stabilitas warna, hal tersebut dikarenakan senyawa pewarna dapat teroksidasi dan kehilangan kemampuannya untuk memberikan warna yang cerah. Hal ini di dukung dengan hasil penelitian Neliyanti (2014) yang menjelaskan bahwa senyawa pelarut yang terdapat di dalam ekstrak, jika disimpan dalam waktu yang lama akan menghasilkan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) yang dapat mendekomposisi

senyawa penghasil warna sehingga terjadi pemudaran warna. Oleh karena itu, pengaturan waktu ekstraksi yang tepat sangat penting untuk mempertahankan kualitas warna yang diinginkan. Interaksi antara pelarut, mordan, dan waktu ekstraksi menciptakan dinamika yang kompleks dalam proses pewarnaan. Setiap faktor ini tidak hanya berdampak pada hasil akhir warna, tetapi juga pada kualitas dan kejelasan pewarnaan yang dihasilkan

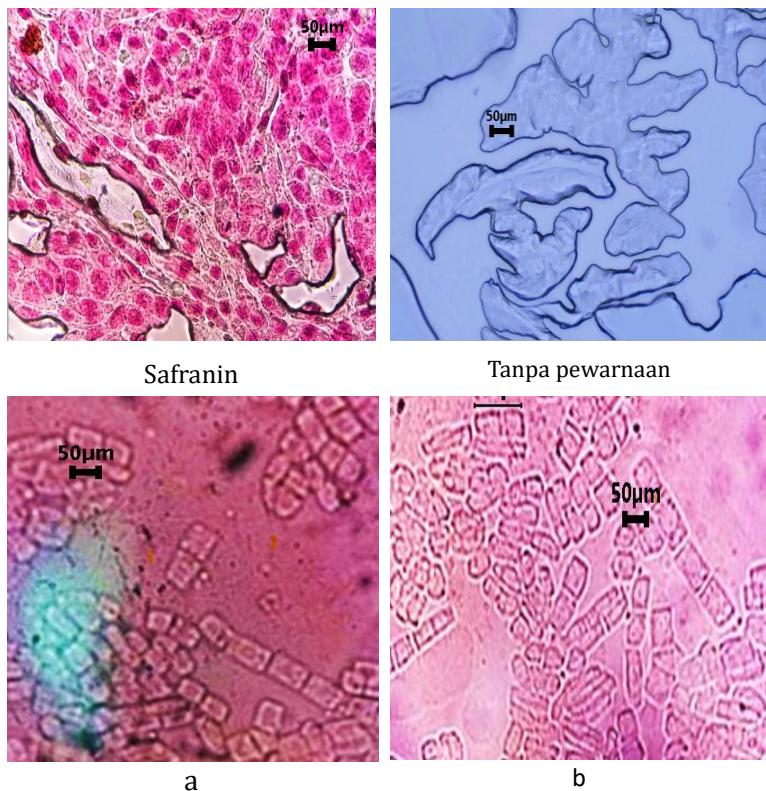
Proses pewarnaan pada penelitian ini dilakukan segera setelah ekstrak selesai dibuat. Namun, pada beberapa ulangan, pewarnaan dilakukan setelah ekstrak disimpan selama tiga hari. kemudian larutan pada setiap formula di aplikasikan pada setiap preparat akar bawang merah untuk dilihat kemampuan formula tersebut dalam mewarnai inti sel dan kromosom untuk memudahkan dalam melihat fase mitosis yang terjadi pada sel jaringan meristem akar bawang merah. Penggunaan safranin dipilih sebagai kontrol positif karena safranin merupakan pewarna yang paling umum digunakan sebagai pewarna dasar jaringan, baik jaringan hewan maupun tumbuhan.

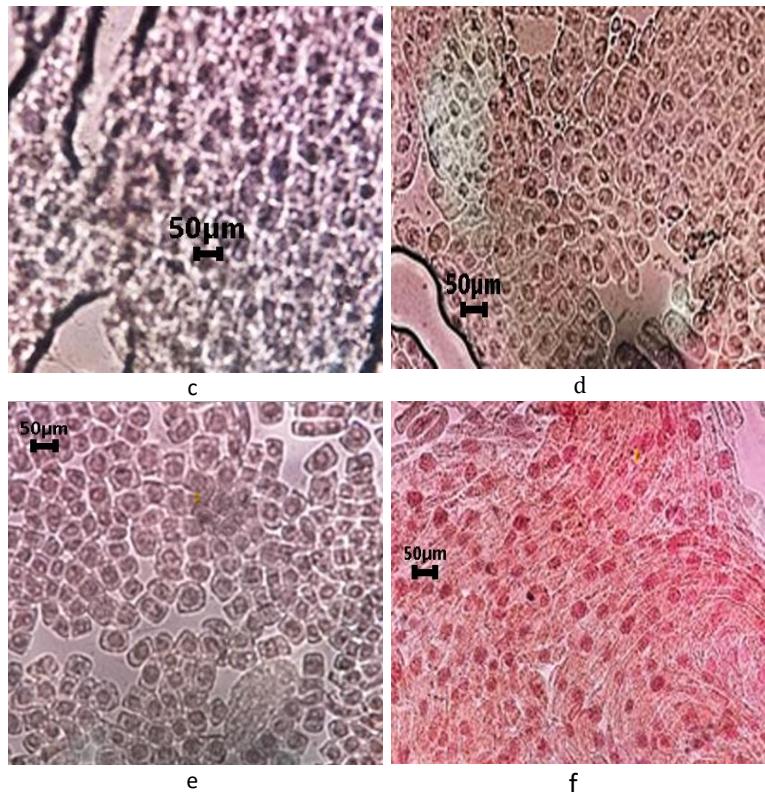
2. Kekontrasan Kombinasi Pelarut dan Pewarna Esktrak Kulit Buah Naga dengan Mordan

Tahap penentuan konsentrasi dilakukan untuk memperoleh formula zat pewarna dengan kualitas warna terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula paling optimal diperoleh dengan menggunakan pelarut asam asetat berkonsentrasi 70% dan campuran etanol 96% serta tambahan mordan 10% ditambah sedikit HCL 1N sebanyak 0,2 ml. Formula tersebut mampu mewarnai nukleus dengan jelas dan kontras. Konsentrasi pelarut dan zat warna yang berbeda pada setiap formula menunjukkan reaksi pewarnaan yang berbeda-beda pula. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4.4 sampai 4.6. Seiring bertambahnya konsentrasi zat warna dan pelarut dari 1:1 sampai 5:1 menunjukkan hasil pewarnaan yang pekat pada setiap komponen sel, sehingga fase pada tahap pembelahan mitosis dapat dengan mudah teridentifikasi. Konsentrasi zat warna dari ekstrak kulit buah naga yang semakin tinggi menunjukkan hasil pewarnaan yang semakin pekat, sebab semakin banyak pigmen antosianin yang keluar dan berikatan dengan mordan (Hidayah *et al.*, 2014 : Naga & Nizori, 2020). Hasil pengaruh konsentrasi pelarut dalam setiap

ulangan terhadap visual preparat mitosis dapat dilihat di Gambar 4.4 sampai 4.6 dengan semua perbesaran sama yaitu 10X10.

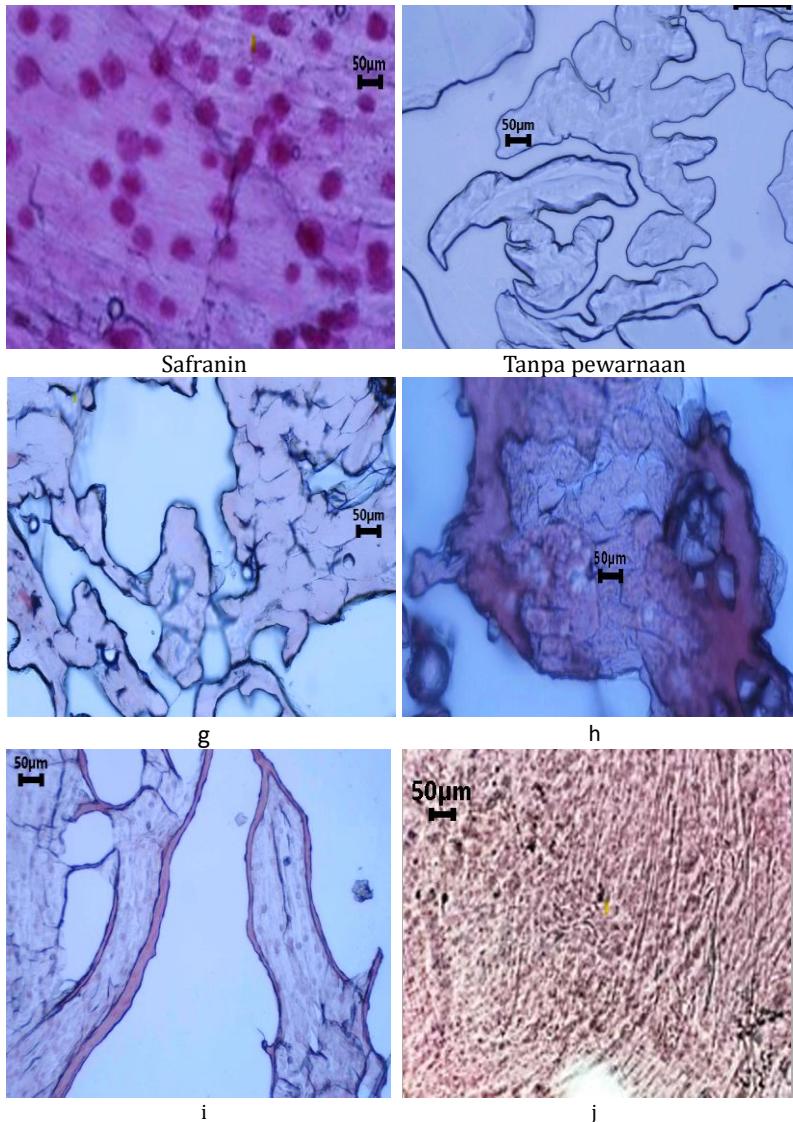
- a. Visualisasi hasil pewarnaan preparat mitosis berbagai formula pada hari pertama dengan mikroskop binokuler Olympus seri 23 perbesaran 10X10

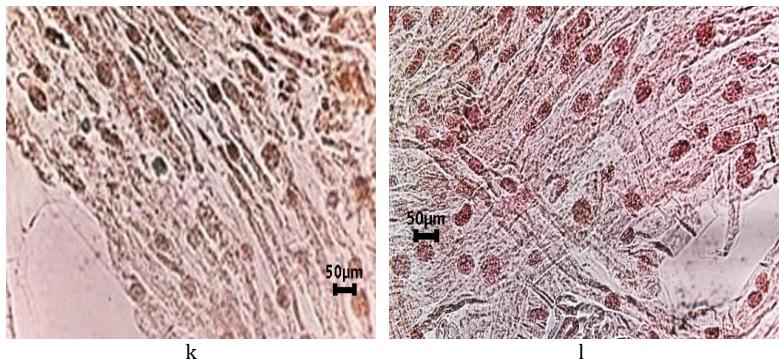




Gambar 4.4 Pewarnaan hari pertama

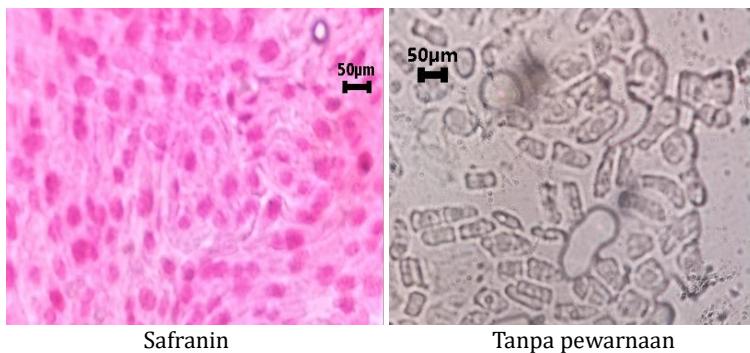
- b. Visualisasi hasil pewarnaan preparat mitosis berbagai formula ulangan 2 dengan mikroskop Optilab dan mikroskop binokuler Olympus seri 23 perbesaran 10X10.

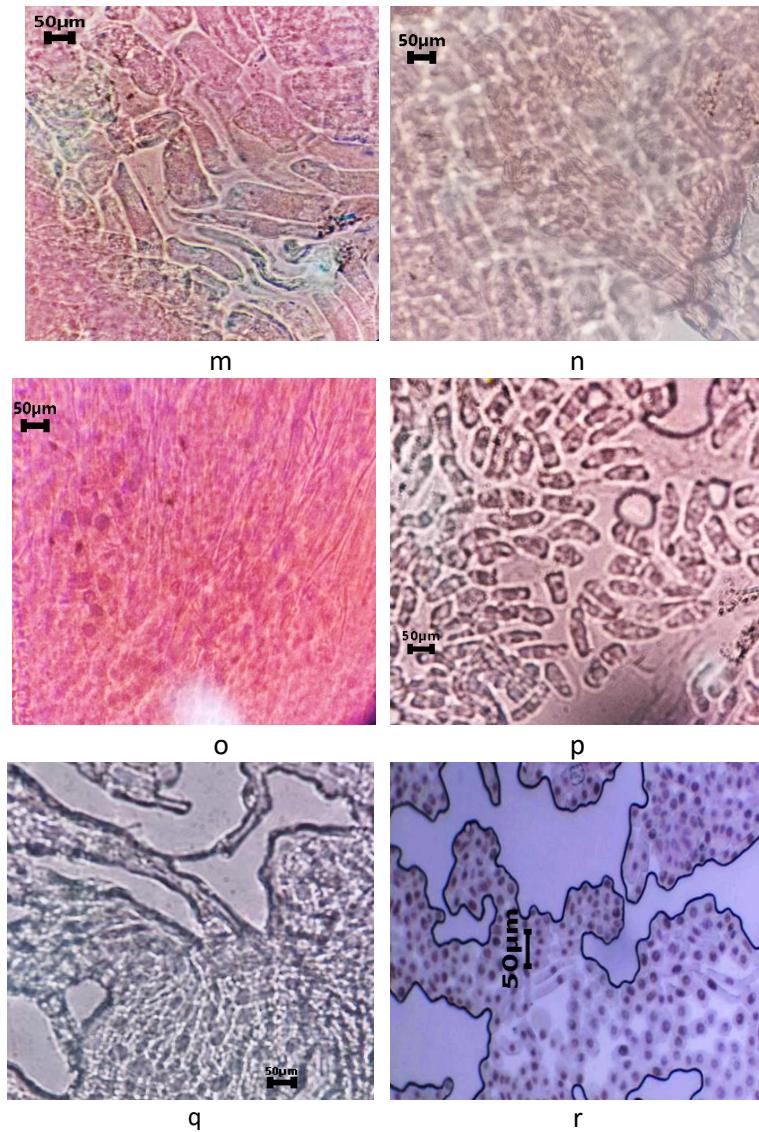




Gambar 4.5 Pewarnaan hari kedua

- c. Visualisasi hasil pewarnaan preparat mitosis berbagai formula pewarnaan hari ketiga dengan mikroskop Optilab dan mikroskop binokuler Olympus seri 23





Gambar 4.6 Pewarnaan hari ketiga

Keterangan

Kode a,g,m = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan

1:1 etanol 96%+ 20 % asam sitrat + mordan 2,5%

Kode b,h,n = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan

1:1 etanol 96%+ 20 % asam sitrat + mordan 5%

Kode c,i,o = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan

1:1 etanol 96%+ 20 % asam sitrat + mordan 10%

Kode d,j,p = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan

1:5 etanol 96%+ asam asetat 70 % + 10% mordan

Kode e,k,q = Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan

1:1 etanol 96%+ asam asetat 70 % + 10% mordan

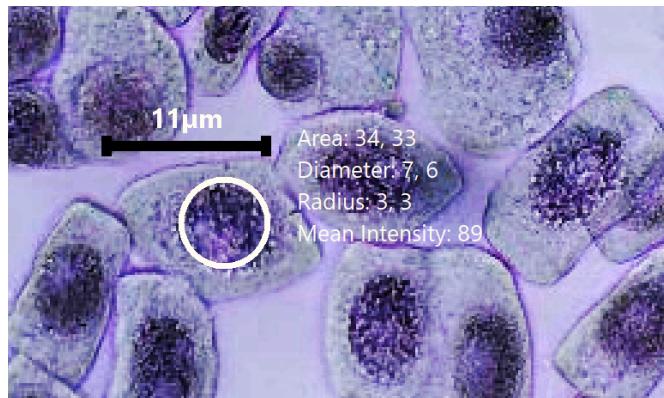
Kode f,l,r= Ekstrak kulit buah naga dengan pelarut perbandingan

5:1 etanol 96%+ asam asetat 70 % + 10% mordan

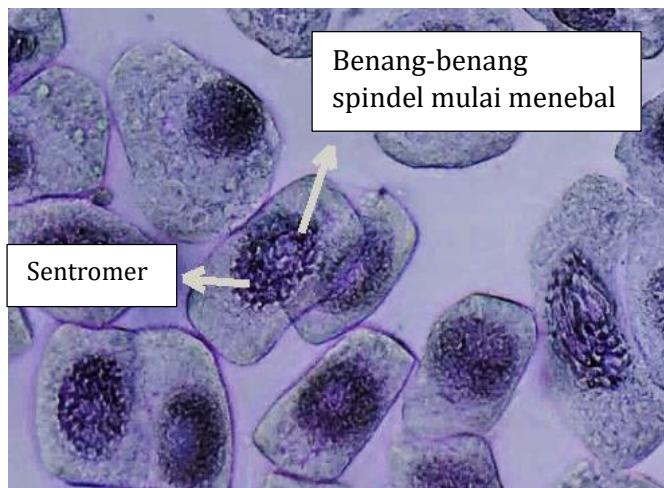
Setiap ulangan mulai dari Gambar 4.4 sampai sampai 4.6 dapat dilihat bahwa preparat yang diwarnai dengan konsentrasi mordan 2,5% yaitu preparat a,g dan m, tampak warna yang dihasilkan cenderung lebih lembut dan transparan. Sebaliknya, preparat yang menggunakan konsentrasi mordan 10% menunjukkan warna yang lebih pekat, di mana sel terlihat lebih jelas dan menonjol, memberikan kontras yang tinggi terhadap latar belakang sel. Selain itu, penggunaan pelarut yang tepat, seperti etanol 96% dan asam asetat 70% dan tambahan sedikit HCL dengan perbandingan yang tinggi yaitu 5:1, juga berkontribusi pada stabilitas warna, sehingga hasil pewarnaan tidak hanya terlihat

menarik tetapi juga memberikan informasi yang akurat mengenai fase-fase mitosis, seperti profase, metafase, anafase, dan telofase.

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukan bahwa ekstrak kulit buah naga yang mengandung antosianin sebagai zat warna alami berhasil memberikan kontras warna yang jelas pada struktur kromosom. Pewarnaan ini secara efektif membedakan antara daerah nukleus dan sitoplasma, dimana nukleus terlihat lebih gelap dibandingkan sitoplasma, memudahkan identifikasi tahap-tahap pembelahan sel. Penjelasan ini dapat ditunjukan melalui Gambar 4.7 sampai 4.14 dengan perbesaran yang sama yaitu 40 kali. Setiap gambar yang disajikan, diketahui bahwa setiap fase pembelahan mitosis dapat diukur dan di analisis strukturnya

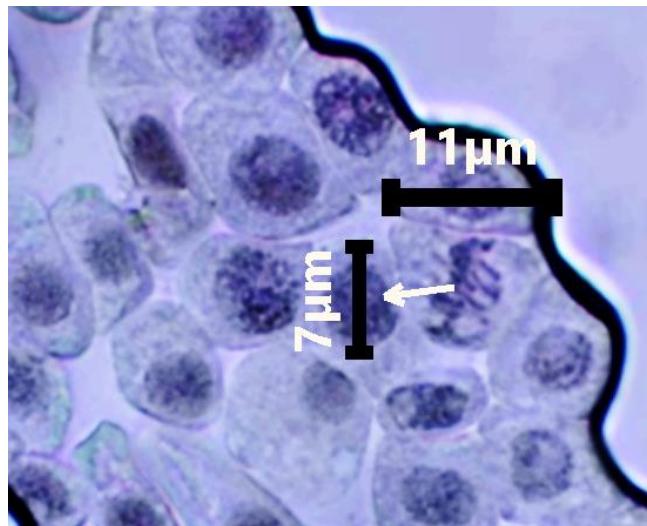


Gambar 4.7 Gambar Profase (40x10)

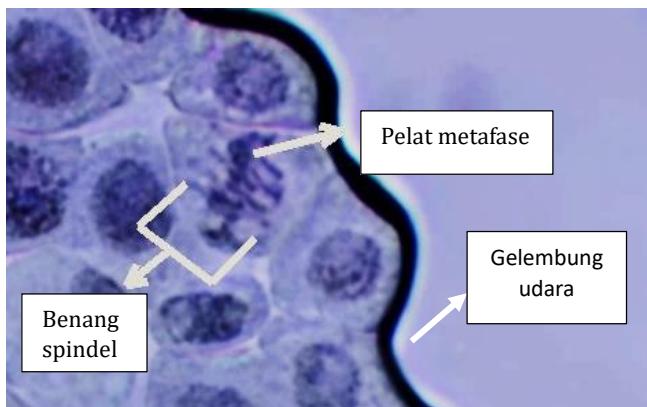


Gambar 4.8 Struktur Profase (40x10)

Pada fase profase di Gambar 4.7 dan 4.8, terlihat jelas kondensasi kromosom yang mulai memadat dengan pewarnaan yang merata di seluruh bagian sentromer.



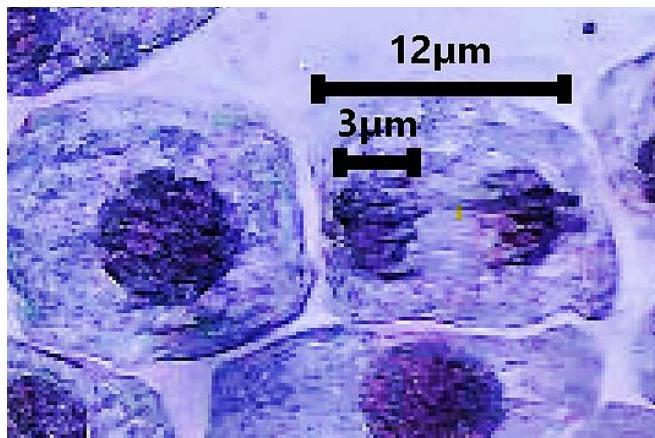
Gambar 4. 9 Proses Metafase (40x10)



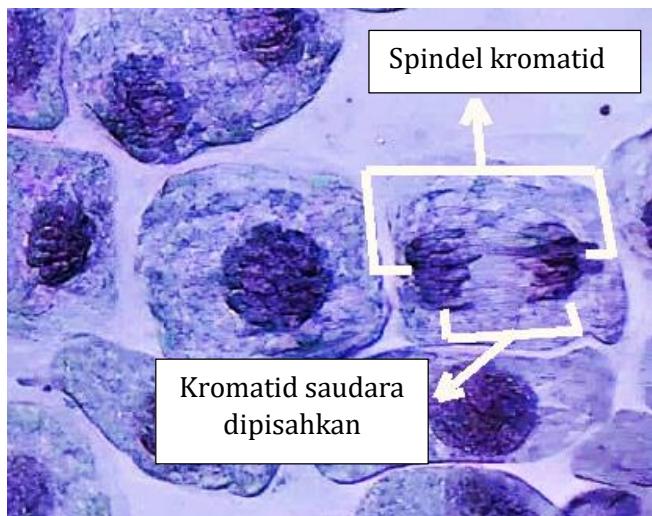
Gambar 4. 10 Struktur Metafase (40x10)

Pada fase metaphase di Gambar 4.9 dan 4.10, pewarnaan memberikan kontras yang sangat baik untuk mengamati susunan kromosom di bidang

ekuator, dimana setiap benang-benang spindel terlihat jelas berjejer rapi di pelat metaphase dengan dua kromatid yang terikat pada sentromer. Intensitas warna yang dihasilkan oleh kombinasi pelarut etanol dan asam asetat ini memungkinkan pengamatan yang presisi terhadap posisi dan orientasi kromosom

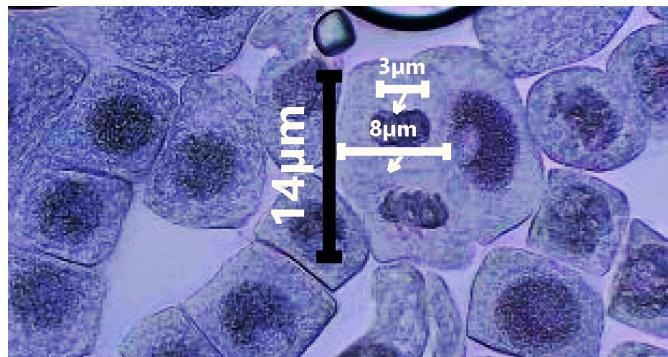


Gambar 4. 11 Proses Anafase

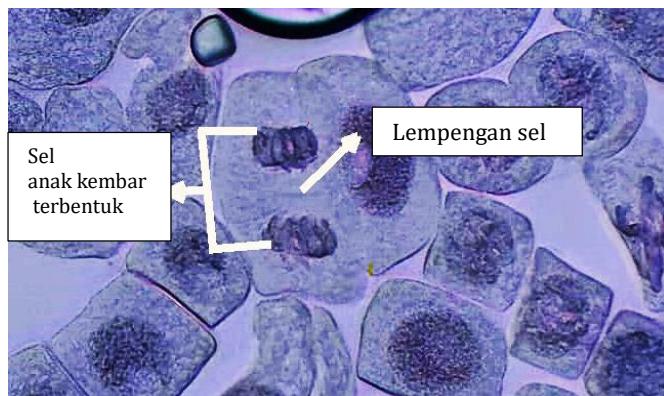


Gambar 4. 12 Struktur Anafase

Fase anafase di Gambar 4.11 dan 4.12 menunjukkan hasil pewarnaan yang sangat baik, dimana pergerakan kromatid menuju kutub yang berlawanan dapat diamati dengan jelas. Pewarnaan ekstrak kulit buah naga memberikan gambaran yang tajam tentang pemisahan kromatid, dengan warna yang konsisten pada seluruh bagian kromosom yang sedang bergerak



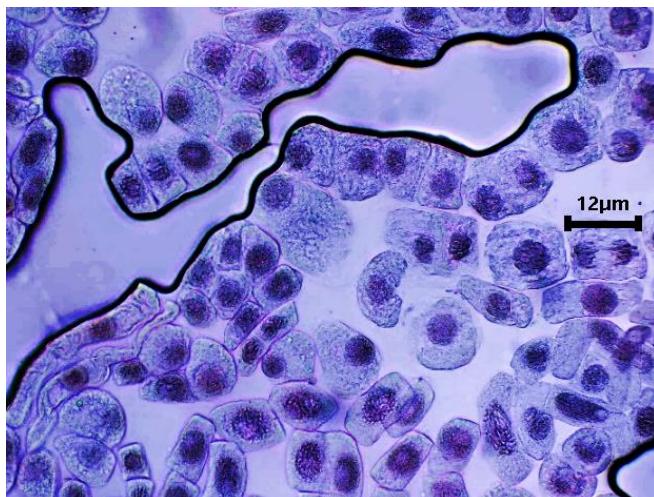
Gambar 4. 13 Proses Telofase



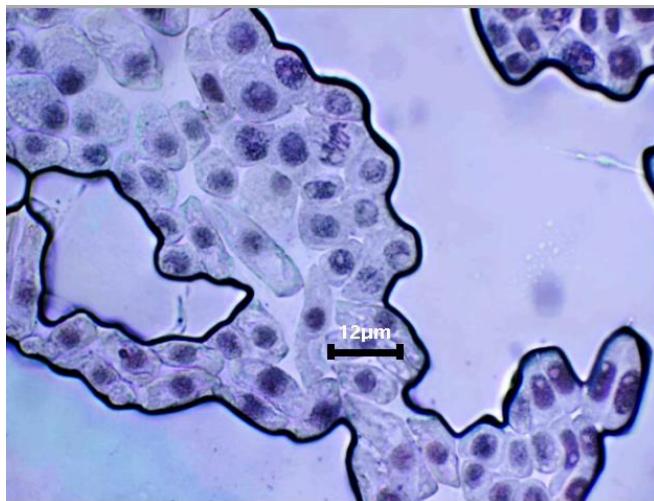
Gambar 4. 14 Struktur Telofase

Pada fase telofase di Gambar 4.13 dan 4.14 pewarnaan ini berhasil menunjukkan pembentukan nukleus baru dan sitokinesis, dengan batas lempengan sel antara dua sel anak yang jelas terlihat. Penggunaan mordan 10% dalam proses pewarnaan terbukti meningkatkan stabilitas warna, sehingga hasil pewarnaan tetap tajam dan tidak mudah luntur

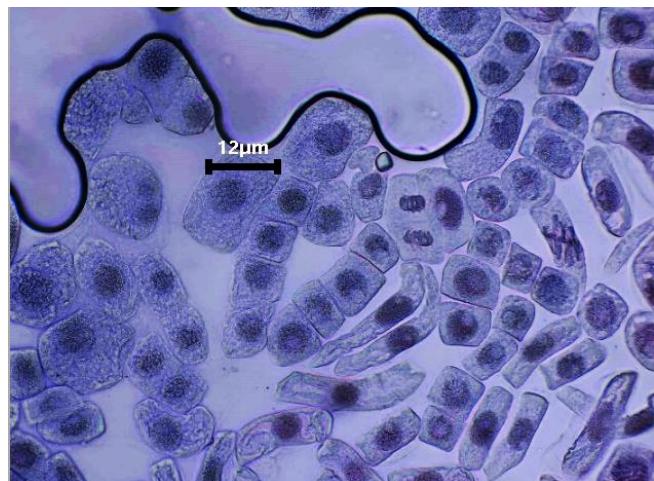
selama pengamatan. Visualisasi proses pembelahan mitosis menggunakan pewarnaan ekstrak kulit buah naga dengan perbandiangan 5:1 pelarut etanol 96% dan asam asetat 70% serta mordan 10% juga dapat dilihat dengan perbesaran mikroskop yang rendah yaitu 100 kali, seperti dibawah ini



Gambar 4.15 Proses Pembelahan Mitosis



Gambar 4.16 Proses Pembelahan Mitosis



Gambar 4.17 Proses Mitosis

Segi kualitas pewarnaan dapat dilihat dengan jelas di Gambar 4.15 sampai 4.17 dengan perbesaran 10 kali diketahui bahwa kombinasi etanol 96% dan

asam asetat 70% dengan perbandingan 5:1 terbukti efektif sebagai pelarut untuk ekstrak kulit buah naga. Etanol berperan dalam mengekstrak senyawa antosianin dari kulit buah naga, sementara asam asetat berfungsi sebagai fiksatif yang membantu pengikatan zat warna pada struktur sel. Sedangkan peran mordant 10% dalam proses ini sangat krusial untuk memastikan zat warna melekat kuat pada jaringan sel tanpa mengganggu struktur morfologinya. Hasil pewarnaan ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah naga dapat menjadi alternatif yang efektif untuk pewarnaan biologis, khususnya untuk pengamatan proses mitosis, dengan kualitas yang sebanding dengan pewarnaan sintetis namun lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

3. Analisis Data Kuantitatif Uji Kekontrasan Menggunakan *Software Image J*

Tabel 4. 1 Data Pewarnaan Hari Pertama Pelarut Etanol dan Asam Sitrat Kekontrasan *Image J*

Perlakuan perbandingan	Kombinasi pelarut	Kekontrasan (Px)
1:1	Etanol 96 % + AS 20 % + M 2,5%	115.118
	Etanol 96 % + AS 20 % + M 5%	128.864
	Etanol 96 % + AS 20 % + M 10 %	132.487
	Safranin	210.578
	Tanpa pewarnaan	115.741

Tabel 4. 4 Data Kekontrasan *Image J* Pewarnaan Hari Pertama Pelarut Asam Asetat dan Etanol

Perlakuan perbandingan	Kombinasi pelarut	Kekontrasan (Px)
1: 5	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10%	119.822
1:1	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10%	188.639
5:1	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M10%	199.103
	Safranin	210.578
	Tanpa pewarnaan	115.741

Data yang diperoleh dari tabel ulangan 1 menunjukkan variasi kekontrasan pada preparat mitosis akar bawang yang diwarnai menggunakan ekstrak kulit buah naga dengan beberapa kombinasi pelarut. Hasil pengukuran kekontrasan menunjukkan bahwa kombinasi pelarut dengan rasio 5:1 menghasilkan nilai kekontrasan tertinggi, yaitu **199.103 pixel**, yang menunjukkan efektivitas pewarnaan yang lebih baik dibandingkan dengan rasio lainnya. Sebaliknya, rasio 1:1 pelarut asam sitrat menunjukkan nilai kekontrasan terendah, dengan nilai **115.118 pixel**. variasi pelarut mempengaruhi hasil pewarnaan.

Tabel 4.3 Data Pewarnaan Hari Kedua Pelarut Etanol dan Asam Sitrat Kekontrasan *Image J*

Perlakuan perbandingan	Kombinasi pelarut	Kekontrasan (px)
1:1	Etanol 96 % + AS 20% + M 2,5%	113.186
	Etanol 96 % + AS 20 % + M 5 %	130.864
	Etanol 96 % + + AS 20 % + M 10 %	145.490
	Safranin	240.479
	Tanpa pewarnaan	115.741

Tabel 4. 2 Data Kekontrasan *Image J* Pewarnaan Hari Kedua Pelarut Asam Asetat dan Etanol

Perlakuan perbandingan	Kombinasi pelarut	Kekontrasan (px)
1: 5	Asam Asetat 70 % + Etanol 96 % + M 10 %	122.362
1:1	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10 %	170.890
5:1	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10 %	180.100
	Safranin	240.479
	Tanpa pewarnaan	115.741

Hasil pengukuran kekontrasan pada tabel ulangan 2 diatas, menunjukkan bahwa rasio 5:1, yang terdiri dari asam asetat 70% dan etanol 96% dengan mordan 10%, menghasilkan nilai kekontrasan tertinggi sebesar **180.100 pixel**, menandakan efektivitas pewarnaan yang

optimal. Sebaliknya, rasio 1:1, yang menggunakan etanol 96% dan Asam Sitrat dengan konsentrasi 20%, menunjukkan nilai kekontrasan terendah sebesar **113.186 pixel**.

Tabel 4.5 Data Pewarnaan Hari Ketiga Pelarut Etanol dan Asam Sitrat Kekontrasan *Image J*

Perlakuan perbandingan	Kombinasi pelarut	Kekontrasan (px)
1:1	Etanol 96 + AS 20% % + M 2,5%	110.100
	Etanol 96 + AS 20% % + M 5%	139.892
	Etanol 96 % + AS 20% + M 10 %	142.432
	Safranin	199.000
Tanpa pewarnaan		111.523

Tabel 4. 6 Data Kekontrasan *Image J* Pewarnaan Hari Ketiga Pelarut Asam Asetat dan Etanol

Perlakuan perbandingan	Kombinasi pelarut	Kekontrasan (px)
1: 5	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10%	128.140
1:1	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10%	165.993
5:1	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10%	172.986
Safranin		199.000
Tanpa pewarnaan		111.523

Hasil pengukuran kekontrasan menunjukkan bahwa rasio 5:1, yang terdiri dari asam asetat 70% dan etanol 96% dengan mordan 10%, menghasilkan nilai kekontrasan tertinggi sebesar **172.986 pixel**, menandakan efektivitas pewarnaan yang optimal dan kemampuan untuk menonjolkan detail seluler dengan jelas. Sebaliknya, rasio 1:1, yang menggunakan etanol 96% dan asam sitrat 20% dengan konsentrasi lebih rendah, menunjukkan nilai kekontrasan terendah sebesar **110.100 pixel**, yang mengindikasikan bahwa kombinasi pelarut ini kurang efektif dalam meningkatkan visibilitas struktur sel

Data pewarnaan hari pertama, hari kedua, udan hari ketiga semuanya menunjukkan hasil yang sama yaitu pelarut yang digunakan dalam proses ekstrasi menggunakan asam asetat 70% dan etanol 96% dan dengan rasio 5:1 menunjukkan hasil yang paling baik untuk visualisasi preparat mitosis..

4. Analisis Data Secara Kualitatif Oleh Validator Ahli Mikroteknik

Hasil analisis menunjukkan bahwa pewarnaan ekstrak kulit buah naga membuat sel-sel mitosis pada preparat akar bawang merah terlihat lebih jelas dan kontras. Penggunaan berbagai kombinasi konsentrasi

ekstrak kulit buah naga dalam penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan kualitas visual preparat. Hal ini dilakukan oleh Ibu Hafidhah Asni Akmalia, M.Sc. selaku validator yang ahli dibidang mikroteknik yaitu dengan melakukan pengamatan terhadap setiap kombinasi dan mencatat hasil yang diperoleh menyesuaikan dengan indikator instrumen (Lampiran 4). Dalam hal ini terdapat total 24 preparat yang dinilai oleh validator.

Tabel 4.7 Hasil Rata Rata Nilai Visualisasi Preparat Menggunakan Pelarut Etanol dan Asam Sitrat

Perlakuan perbandingan	Kombinasi pelarut	Kejelasan dan Kekontrasan	Kategori
1:1	Etanol 96 % + AS 20 % + M 2,5%	29,16 %	Tidak jelas dan tidak kontras
	Etanol 96 % + AS 20 % + M 5%	54,16 %	Cukup jelas, dan cukup kontras
	Etanol 96 % + + AS 20 % + M10 %	54,16 %	Cukup jelas, dan cukup kontras
	Safranin	98,00 %	Sangat jelas dan Sangat Kontras
	Tanpa pewarnaan	70,19 %	Cukup jelas, dan cukup kontras

Tabel 4.8 Hasil Rata Rata Nilai Visualisasi Preparat Menggunakan Pelarut Asam Asetat dan Etanol

Perlakuan perbandingan	Kombinasi pelarut	Kejelasan dan Kekontrasan	Kategori
1: 5	Asam Asetat 70 % + Etanol 96 % + M 10%	87,50 %	Sangat jelas dan Sangat Kontras
1:1	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10%	75,00 %	Jelas dan Kontras
5:1	Asam Asetat 70 % + Etanol 96% + M 10%	95,83%	Sangat jelas dan Sangat Kontras
	Safranin	98,00 %	Sangat jelas dan Sangat Kontras
	Tanpa pewarnaan	70,19 %	Cukup jelas, dan cukup kontras

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setiap kombinasi pewarnaan menghasilkan tingkat kekontrasan dan kejelasan yang berbeda. Kombinasi dengan konsentrasi etanol 96% dan asam sitrat 20% rasio (g/ml) 1:1 dan mordan hanya 2,5% menunjukkan hasil paling rendah kekontrasanya yaitu hanya **29,16%**, dengan kategori yang tidak jelas dan tidak kontras. Namun, ketika menggunakan pelarut asam asetat 70% dan etanol dengan rasio (g/ml) yang sama yaitu 1 : 1, kekontrasan visual meningkat menjadi **75,00%**, yang sudah tergolong "**jelas dan kontras**". Nilai tertinggi **95,83%** dengan kategori "**sangat jelas**"

dan “**sangat kontras**” dapat diperoleh ketika kombinasi rasio antara ekstrak dan pelarut (g/ml) nilainya 5 :1 dengan menggunakan asam asetat 70% dan etanol 96% ditambah mordan 10%.

Tabel 4.7 Hasil Rata-Rata Kelayakan Preparat Menggunakan Pelarut Etanol dan Asam Sitrat

Aspek	Perarut dan Mordan		Rasio perbandingan kulit buah naga : pelarut etanol dan asam sitrat (g/ml)		Safranin	Tanpa pewarnaan
	Rasio 1 : 1		Kode a,g,m	Kode b,h,n	Kode c,i,o	
Identitas Preparat	100	100	100	100	100	100
Gelembung Udara	66,6	66,6	75	100	100	100
Kekuratan Materi	33,3	58,3	58,3	91,6	91,6	83,3
Posisi Preparat	100	100	100	100	100	100
Presentase	74,9 %	81,2 %	83,3 %	97,9 %	97,9 %	93,7 %
Kesimpulan	Layak	Sangat layak	Sangat layak	Sangat layak	Sangat layak	Sangat layak

Tabel 4.7 Hasil Rata-Rata Kelayakan Preparat Menggunakan Pelarut Asam Asetat dan Etanol

Aspek	Perarut dan Mordan			Kontrol	
	Rasio perbandingan kulit buah naga : pelarut asam asetat dan etanol (g/ml)		Safarinin		
	Rasio 1 : 5	Rasio 5:1			
Identitas Preparat	100	100	100	100	
Gelembung Udara	91,6	91,6	91,6	100	
Keakuratan Materi	91,6	83,3	100	91,6	
Posisi Preparat	100	100	100	100	
Presentase	91,0 %	93,7 %	97,9 %	97,9 %	
Kesimpulan	Sangat layak	Sangat layak	Sangat layak	Sangat layak	

Analisis data mengenai hasil kelayakan preparat mitosis akar bawang merah dengan pewarnaan ekstrak kulit buah naga menunjukkan bahwa metode pewarnaan ini memberikan hasil yang memuaskan dalam hal kualitas dan kejelasan visual. Validator melakukan evaluasi terhadap preparat yang diwarnai dengan ekstrak kulit buah naga, dan hasilnya menunjukkan bahwa preparat tersebut layak digunakan untuk tujuan penelitian dan pendidikan. Kelayakan ini diukur berdasarkan beberapa aspek, termasuk identitas preparat, gelembung udara, keakuran materi, dan posisi preparat. Dari data yang diperoleh sebelum dirata rata keseluruhan dari 24 preparat, ternyata aspek identitas preparat menunjukkan nilai yang konsisten tinggi, dengan semua kombinasi pewarnaan mendapatkan nilai 4 (Lampiran 20), yang menunjukkan bahwa identitas preparat terjaga dengan baik. Namun, terdapat variasi dalam aspek gelembung udara dan keakuratan materi. Misalnya, pada beberapa kombinasi, terdapat gelembung udara yang cukup banyak, dengan nilai terendah mencapai 1 (Lampiran 20), yang menunjukkan adanya masalah dalam proses pembuatan preparat.

Meskipun demikian, posisi preparat dalam setiap ulangan tetap mendapatkan nilai tinggi, yaitu 4 (Lampiran 20) yang menunjukkan bahwa preparat tersebut diletakkan dengan baik untuk pengamatan.

Persentase kelayakan preparat bervariasi tergantung pada kombinasi pewarnaan yang digunakan. Kombinasi pelarut asam asetat 70% dengan rasio perbandingan 5 : 1 cenderung menunjukkan persentase kelayakan yang sangat baik. Hal tersebut dapat dilihat dari preparat dengan pewarnaan ekstrak kulit buah naga dengan pelarut etanol 96% dan asam sitrat 20% serta tambahan mordan 10% mendapatkan persentase kelayakan yang tinggi, yaitu **83,3%**. Tidak hanya itu terdapat juga preparat dengan pewarnaan ekstrak kulit buah naga dan campuran etanol 96% dan sedikit HCL 1 N, serta asam asetat 70% yang ditambahkan juga dengan mordan 10 % meunjukan hasil kelayakan persentase yang sangat tinggi yaitu **97,9%**, yang dikategorikan sebagai "**sangat layak**". Hal tersebut setara dengan perolehan nilai dari preparat yang diwarnai dengan pewarna sintetis berupa safranin yang mendapatkan nilai **97,9%**. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi

campuran pelarut yang digunakan dalam proses pewarnaan tidak hanya meningkatkan kekontrasan visual, tetapi juga berkontribusi pada kelayakan keseluruhan preparat. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa pewarnaan dengan ekstrak kulit buah naga merupakan metode yang efektif dan layak untuk digunakan dalam preparat akar mitosis bawang merah

B. Hasil Penelitian Pengembangan Produk

Penelitian dan pengembangan ini dilakukan di sekolah SMA Negeri 7 Semarang pada tanggal 19 Juni 2025 untuk melihat hasil kelayakan dan respon peserta didik terhadap buku suplemen yang berbasis hasil penelitian di laboratorium yang sudah melalui tahap validasi oleh ahli materi dan ahli media pembelajaran. Pengembangan ini menggunakan model 4-D dari Thiagarajan yang melalui 4 tahapan yaitu: (1) Pendefinisian (*define*), (2) Perancangan (*design*), (3) Pengembangan (*development*), (4) Penyebaran (*disseminate*). Penelitian ini hanya sampai di tahap *development*. Berikut ini penjelasan tiap-tiap tahapan secara terinci

1. *Define*

Penelitian pada tahap ini melakukan pendefinisian atau mencaritahu apa saja yang dibutuhkan, konsep, evaluasi, spesifikasi batasan materi yang akan diintegrasikan dengan hasil penelitian di laboratorium. Ada beberapa tahap yang terdapat dalam fase define yaitu:

a. Analisis Awal Akhir (*Analysis Front-End*)

Analisis dilakukan dengan tahapan pra penelitian melalui wawancara dengan pendidik yang mengampu mata pelajaran biologi kelas 11 SMA Negeri 7 Semarang. Berdasarkan wawancara dengan pendidik diketahui bahwa di Sekolah SMA Negeri 7 Semarang belum ada pengembangan bahan ajar berupa buku suplemen terutama yang berbasis hasil penelitian di laboratorium. Selama ini proses pembelajaran hanya berfokus pada bahan ajar buku teks dan LKS.

b. Analisis peserta didik

Pada tahapan ini, diperoleh informasi bahwa bahan ajar yang digunakan peserta didik hanya berfokus pada materi yang ada di dalam buku teks dan LKS yang diterbitkan oleh pemerintah pusat. Sedangkan analisis awal pendidik pada penelitian ini

adalah diharapkan adanya pengembangan bahan ajar berupa buku suplemen yang berbasis hasil penelitian yang dapat dijadikan sebagai referensi tambahan dalam kegiatan pembelajaran serta membantu peserta didik dalam menambah ilmu pengetahuan

c. Analisis konsep

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah dengan melakukan observasi di perpustakaan untuk mencari sumber bahan ajar yang selama ini digunakan dalam proses pembelajaran serta didukung dengan wawancara terhadap pendidik untuk mengidentifikasi terkait konsep pokok yang diajarkan. Hal tersebut bertujuan untuk mengintegrasikan materi pokok pada capaian kurikulum yang dijadikan acuan pendidik dengan materi dari hasil penelitian di laboratorium.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap ini bertujuan untuk menyusun bahan ajar tambahan berupa buku suplemen pada pembelahan sel yang diintegrasikan dengan hasil penelitian di laboratorium. Hasil dari tahap ini nantinya berupa *prototype*. Materi yang tersaji dalam bahan ajar bersumber pada buku Campbell,

(2012), buku pegangan peserta didik dan buku pegangan pendidik, yang kemudian ditambah dengan materi yang bersumber dari hasil penelitian secara langsung dan beberapa artikel terbaru yang relevan. Kemudian, aplikasi yang digunakan dalam pembuatan bahan ajar pembelajaran yaitu Canva dan Microsoft word. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

a. Pemilihan Media

Pemilihan media pembelajaran berbasis hasil penelitian di laboratorium didasarkan dari analisis yang telah dilakukan sebelumnya pada tahap pendefinisian. Pemilihan juga dilakukan dengan melihat beberapa kelebihan yang dimiliki oleh bahan ajar pembelajaran ini, diantaranya: 1) Pemaparan sebuah materi yang baru yang belum pernah ada di buku teks dan LKS, 2). Penyajian gambar secara fakta yang jelas dan kontras. Berdasarkan kelebihan tersebut diharapkan peserta didik dapat lebih mudah memahami konteks pembelajaran biologi dan mampu menambah wawasan pembelajaran biologi yang ramah lingkungan dan aplikatif.

b. Pemilihan format

Pemilihan format adalah langkah awal dalam merancang awal desain bahan ajar yang berbasis hasil penelitian di laboratorium menggunakan Canva berkonteks pada materi pokok pembelahan sel dengan menggunakan lebih dari 1 jenis *font* yaitu Cambria. Bahan ajar pembelajaran yang dikembangkan berisikan

- (1) Cover depan
- (2) Pengantar
- (3) Daftar isi dan daftar gambar
- (4) Tujuan pembelajaran
- (5) Pendahuluan
- (6) Materi pembelajaran
- (7) Ekstraksi dan pembuatan preparat
- (8) Informasi penting
- (9) Rankuman materi
- (10) Glosarium
- (11) Daftar pustaka

c. Rancangan Awal (*initial design*)

Tahap *initial design* merupakan tahap rancangan awal dari bahan ajar yang akan dikembangkan. Tahap rancangan ini terdiri dari:

tahap penyusunan konten berupa gambaran sketsa dan tahap pembuatan *prototype*

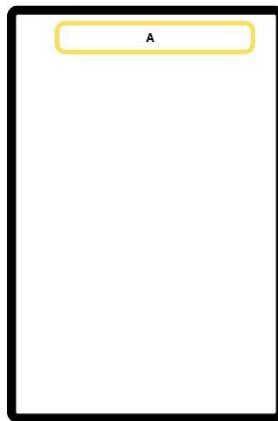
Tabel 4.6 *Storyboard* bahan ajar buku suplemen berbasis penelitian di laboratorium

Judul Gambar

Cover bahan ajar

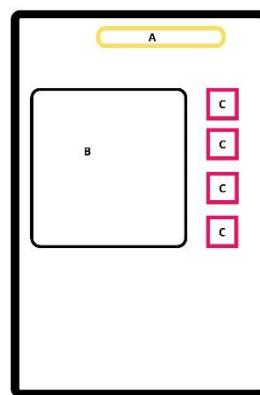
- A. Logo kurikulum yang digunakan di Indonesia
- B. Logo Universitas
- C. Subjek sasaran produk
- D. Gambar dan ilustrasi yang menggambarkan isi dari bahan ajar
- E. Judul bahan ajar
- F. Materi pokok bahan ajar
- G. Nama penulis

Judul Gambar



Kata pengantar, daftar isi, daftar gambar dan glosarium serta daftar isi semua peletakan sama

A. Judul

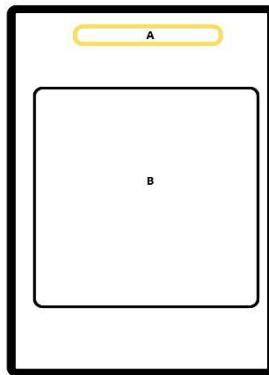


Template untuk materi pokok meliputi konsep sel, transpor membran, dan pembelahan sel

A. Judul materi

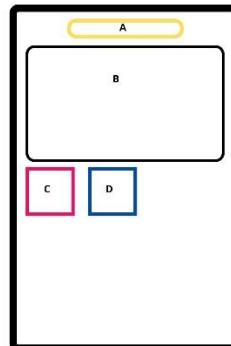
Judul Gambar

- B. Uraian materi
 - C. Gambar yang mendukung penjelasan materi
-



Template untuk materi pokok meliputi, transpor membran

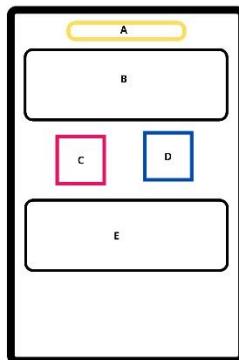
- A. Judul materi yang kemudian dibagian bawahnya merupakan uraian materi singkat tentang transpor membran
-



Judul Gambar

Template untuk materi pokok meliputi pembelahan sel

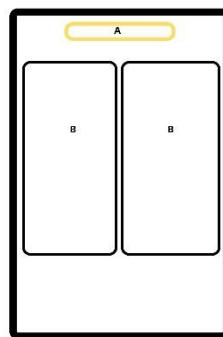
- A. Judul materi
 - B. Uraian materi
 - C. Gambar pembanding pembelahan sel
 - D. Gambar asli proses pembelahan sel
-



Template tentang informasi langkah kerja pembuatan ekstrak kulit buah naga dan preparat mitosis akar bawang

- A. Judul kegiatan
 - B. Uraian langkah kerja pembuatan ekstrak
 - C. Gambar hasil ekstrak
 - D. Gambar preparat mitosis
 - E. Uraian langkah kerja pembuatan preparat mitosis
-

Judul Gambar



Template tentang informasi tambahan tentang potensi ekstrak kulit buah naga

A. Judul informasi

B. Uraian infirmasi penting tentang kulit buah naga
dan mordan

Penelitian pada tahap ini, mengembangkan bahan ajar sesuai dengan rancangan awal yang telah dibuat. Berikut hasil *prototype* pengembangan yang telah dibuat oleh peneliti yaitu.

(1) Cover buku suplemen

Perancangan buku suplemen melibatkan proses desain yang memperhatikan aspek fungsional dan estetika serta menyajikan informasi yang jelas kepada pembacanya, bahwa buku suplemen yang dikembangkan ini membahas

tentang pembelahan sel dan pewarnaan preparat dari kulit buah naga.



Gambar 4. 18 Cover buku suplemen

Pemilihan gaya ilustrasi dan warna sangat penting dalam menciptakan suasana menarik minat peserta didik. Pemilihan warna-warna merah mudah yang cerah terinspirasi dari warna asli kulit buah naga merah yang cerah, sehingga dapat membangkitkan semangat peserta didik. Informasi buku suplemen diletakkan pada bagian tengah sedikit ke bawah. Bagian cover dilengkapi gambar 3 aspek utama yaitu kulit buah naga, ilustrasi tentang molekul DNA yang juga termasuk kromosom, dan yang terakhir ilustrasi cairan kental dari kulit buah naga yang cerah

(2) Kata Pengantar, Daftar isi, Daftar gambar

Kata pengantar, daftar isi dan daftar gambar dalam buku suplemen merupakan bagian awal yang ditulis. Pada bagian kata pengantar buku suplemen ini, peserta didik akan langsung mendapatkan gambaran bahwa buku ini disusun sebagai bentuk rasa syukur dan upaya untuk mendukung pembelajaran biologi di tingkat SMA/MA sederajat, khususnya dalam memahami proses pembelahan sel melalui pemanfaatan menggunakan bahan-bahan yang mudah ditemukan di sekitar, seperti bawang merah dan kulit buah naga.

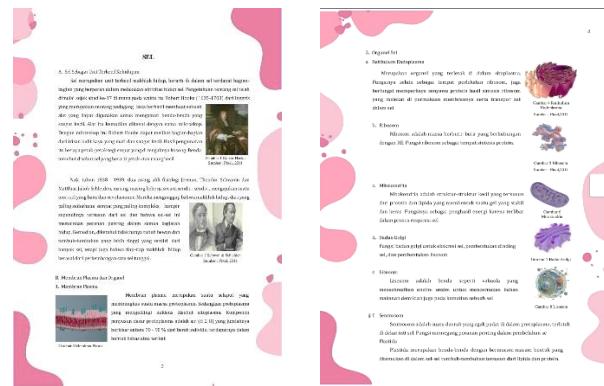
<p>KATA PENGANTAR</p> <p>Pgi. Pakde menuntut ilmu pengetahuan biologi di dalam tubuh yang Mati dan Mati maupun hidup. Dalam karya tulisnya Pakde menuliskan bahwa sel-sel dalam tubuh manusia yang mati dan mati hidupnya berbeda. Sel-sel hidupnya berfungsi untuk mempertahankan dan memperbaiki tubuh manusia. Sedangkan sel-sel yang mati dan mati hidupnya berfungsi untuk mempertahankan dan memperbaiki tubuh manusia.</p> <p>Pada karya tulisnya Pakde menuliskan bahwa sel-sel hidupnya berfungsi untuk mempertahankan dan memperbaiki tubuh manusia. Sedangkan sel-sel yang mati dan mati hidupnya berfungsi untuk mempertahankan dan memperbaiki tubuh manusia.</p> <p>DAFTAR GAMBAR</p> <p>Gambar 1 Robert Hooke 1 Gambar 2 Robert Hooke 1 Gambar 3 Mikroskop 1 Gambar 4 Rektikula Endoplasma 1 Gambar 5 Rektikula Endoplasma 1 Gambar 6 Mikroskop 1 Gambar 7 Radang Golgi 1 Gambar 8 Radang Golgi 1 (Gambar 9 Nakalas 5 Gambar 10 Kromosom 5 Gambar 11 Kromosom, DNA, Gln. 6 Gambar 12 Seksiuk Kromosom 6 Gambar 13 Kromosom (SEM) 6 Gambar 14 A & Zn. 7 Gambar 15 Kromosom 7 Gambar 16 Stikles sel 9 Gambar 17 Pembelahan mitosis 10 Gambar 18 Pembelahan mitosis 10 Gambar 19 Selular 10 Gambar 20 Selular 10 Gambar 21 Selular 11 Gambar 22 Selular 11 Gambar 23 Selular 11 Gambar 24 Selular 11 Gambar 25 Selular 11 Gambar 26 Selular 11 Gambar 27 Selular 11 Gambar 28 Selular 11 Gambar 29 Selular 11 Gambar 30 Selular 11 Gambar 31 Selular 11 Gambar 32 Selular 11 Gambar 33 Selular 11 Gambar 34 Selular 11 Gambar 35 Elektrot dengan konversi modulasi tinggi 21 Gambar 36 Elektrot dengan konversi modulasi tinggi 21 Gambar 37 Pembelahan 32</p>	<p>DATTAAR GAMBAR</p> <p>Gambar 1 Robert Hooke 1 Gambar 2 Robert Hooke 1 Gambar 3 Mikroskop 1 Gambar 4 Rektikula Endoplasma 1 Gambar 5 Rektikula Endoplasma 1 Gambar 6 Mikroskop 1 Gambar 7 Radang Golgi 1 Gambar 8 Radang Golgi 1 (Gambar 9 Nakalas 5 Gambar 10 Kromosom 5 Gambar 11 Kromosom, DNA, Gln. 6 Gambar 12 Seksiuk Kromosom 6 Gambar 13 Kromosom (SEM) 6 Gambar 14 A & Zn. 7 Gambar 15 Kromosom 7 Gambar 16 Stikles sel 9 Gambar 17 Pembelahan mitosis 10 Gambar 18 Pembelahan mitosis 10 Gambar 19 Selular 10 Gambar 20 Selular 10 Gambar 21 Selular 11 Gambar 22 Selular 11 Gambar 23 Selular 11 Gambar 24 Selular 11 Gambar 25 Selular 11 Gambar 26 Selular 11 Gambar 27 Selular 11 Gambar 28 Selular 11 Gambar 29 Selular 11 Gambar 30 Selular 11 Gambar 31 Selular 11 Gambar 32 Selular 11 Gambar 33 Selular 11 Gambar 34 Selular 11 Gambar 35 Elektrot dengan konversi modulasi tinggi 21 Gambar 36 Elektrot dengan konversi modulasi tinggi 21 Gambar 37 Pembelahan 32</p>
(a)	(b)
(c)	

Gambar 4.19 Kata pengantar, daftar isi dan daftar gambar

(3) Materi

Materi yang menjadi dasar utama dalam buku suplemen ini yaitu berkaitan dengan pembelahan sel. Halaman ini menjelaskan tentang poin penting materi pokok yang diintegrasikan dengan hasil penelitian di laboratorium, materi tersebut disesuaikan dengan capaian pembelajaran yang

tertera dalam ketentuan kurikulum yang sedang berlaku di dunia pendidikan Indonesia. Materi tersebut meliputi struktur sel, transpor membran dan pembelahan sel.

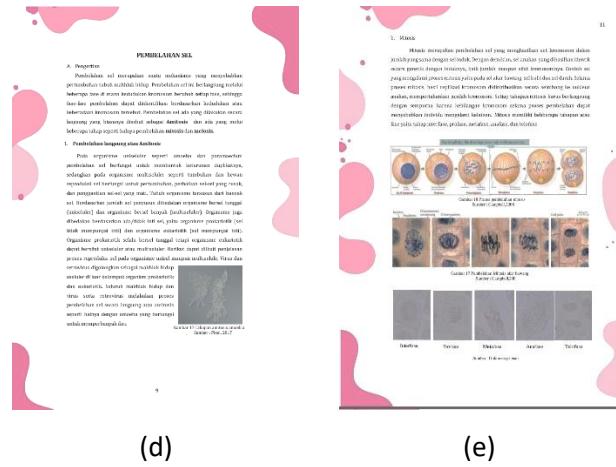


(a)

(b)



10



Gambar 4. 20 Materi Pokok

(4) Petunjuk pembuatan ekstrak kulit buah naga dan pembuatan preparat

Halaman ini menjelaskan tentang proses pembuatan ekstrak kulit buah naga untuk pewarnaan preparat mitosis akar bawang serta menjelaskan tentang cara teknik pembuatan preparat akar bawang yang baik dan benar. Halaman ini di rancang dengan model seperti petunjuk praktikum supaya lebih mudah dipahami oleh peserta didik.



(a)



(b)



(c)



(d)



Gambar 4. 21 Petunjuk pembuatan dan Informasi Penting

(5) Glosarium

Halaman ini dirancang dengan tujuan untuk memberikan informasi kepada pembaca tentang penggunaan istilah atau kosa kata yang mungkin tidak diketahui oleh pembaca sebelumnya.



Gambar 4.22 Glosarium

3. Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan produk akan divalidasi dan di uji coba untuk melihat kelayakan buku suplemen. Berikut tahapan dalam pengembangan bahan ajar buku suplemen

a. Validasi Ahli Media

Pengembangan buku suplemen melakukan tahap validasi media yang dilakukan oleh ibu Elina Lestariyanti, S.Pd. M.Pd sebagai Validator. Beliau merupakan dosen Universitas Islam Negeri Walisongo pada Program Studi Pendidikan Biologi. Validasi media buku suplemen dilakukan selama 2 tahap. Tahap pertama pada tanggal 9 Juni 2025. Pada tahap pertama Validator memberikan masukan dan saran perbaikan pada buku suplemen yang dibuat supaya menjadikan buku suplemen yang lebih baik lagi. Beberapa masukan dan pendapat yang diberikan yaitu: 1) Memperbaiki rasio gambar dan foto yang konsisten terutama hasil foto yang diperoleh dari hasil riset di laboratorium.



Gambar 4.23 Rasio gambar sebelum revisi



Gambar 4. 24 Rasio gambar setelah revisi

Tahap validasi media kedua dilakukan pada tanggal 10 Juni 2025. Pada tahapan kedua validator mengevaluasi bahan ajar dan menyatakan bahan ajar yang digunakan pada pengembangan buku suplemen telah layak untuk diaplikasikan pada proses pembelajaran. Hasil validasi ahli media disajikan pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Analisis Data Ahli Media

Aspek	Jumlah Skor	Skor Maksimal	Percentase	Kategori
Konsistensi	11	12	91,66%	Sangat valid
Format Bahasa	19	20	95%	Sangat valid
Daya Tarik	11	12	91,66%	Sangat valid

Berdasarkan tabel 4.7 diperoleh informasi hasil validasi ahli media yang dilakukan oleh ibu Elina menghasilkan nilai **93%** dengan kategori **sangat valid**

b. Validasi Ahli Materi

Validasi materi dilakukan oleh Ibu Dr. Siti Mukhlishoh Setyawati, S.Si M. Si Sebagai validator. Beliau merupakan dosen Universitas Islam Negeri Walisongo pada Program Studi Pendidikan biologi. Validasi media pada buku suplemen dilakukan selama tiga tahap. Tahap pertama pada tanggal 12 Juni 2025. Pada tahap pertama Validator memberikan masukan dan saran perbaikan pada buku suplemen yang dibuat supaya menjadikan buku suplemen yang lebih baik lagi. Adapun saran dan masukan yang diberikan yaitu: (1) Menambahkan materi yang lebih menonjolkan tentang suplemen atau materi tambahan. (2) Penyajian materi disusun secara lebih sistematis. (3) Gambar dari hasil pengamatan di laboratorium lebih di kontraskan. (4) Pengurangan penggunaan kosa kata yang kurang baku. (5) Pemilihan gambar

untuk cover depan bahan ajar yang sesuai dengan materi yang dibahas di dalamnya. (6) Penambahan halaman yang menjadi pengantar dari materi pokok ke materi tambahan atau materi suplemen. (7) Kata pengantar lebih diringkas dan tujuan pembelajaran dijadikan halaman yang berbeda, tidak dicampur dalam satu halaman di kata pengantar

Sebelum direvisi



Gambar 4. 25 Cover sebelum diganti gambar

Setelah direvisi



Gambar 4. 26 Cover setelah diganti gambar

Sebelum direvisi cover buku suplemen lebih mengarahkan gambar grafis tentang gambaran materi DNA, bukan pembelahan mitosis, sehingga perlu direvisi dan diganti gambar grafis yang lebih mengarah ke pembahasan

pembelahan sel akar bawang dan pewarnaan ekstrak alami buah naga



Gambar 4. 27 Kata pengantar sebelum revisi

Sebelum direvisi kata pengantar lebih mengarahkan tentang ucapan syukur atas terbentuknya buku suplemen dan tujuan adanya buku suplemen. Setelah direvisi kata pengantar justru memberikan informasi kepada pembaca tentang isi secara umum buku suplemen tersebut sekaligus menjelaskan letak bagian materi dan manfaat yang dapat diperoleh

pembaca ketika membaca buku suplemen tersebut.

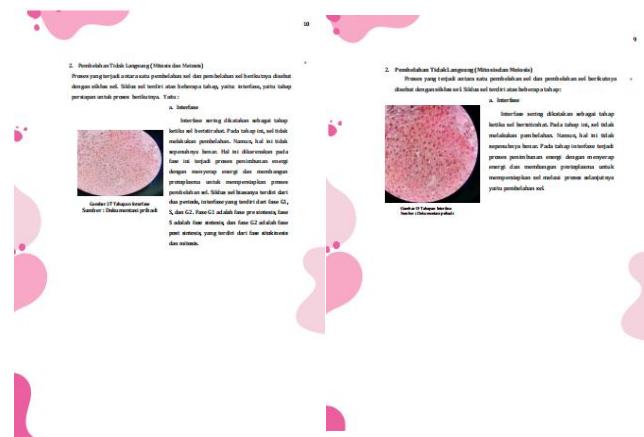
IDENTITAS BUKU SUPLEMEN				
A. INFORMASI UMUM				
I. IDENTITAS BUKU SUPLEMEN				
Mat. Pelajaran	Tarif	Kelas	Semester	Tahun Pelajaran
Biologi	1	10	1	2012/2013
Materi Pelajaran	Nilai Waktu (PT)	Jumlah Permodul	Persediaan	
Pembelahan sel	2		Hidayah Sholihah	
2. Capaian Pembelajaran				
Elemen	Capaian Pembelajaran (CP)			
Pembelahan sel	<p>Pada akhir fan 1, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta berpenerapan yang mampu memahami klasifikasi sel berdasarkan karakteristik sel dan peran sel. Peserta didik mampu menuliskan konstruksi struktur organ pada sel dan organ dengan fungsi serta klasifikasinya serta klasifikasi sel dengan fungsi organ dan mengalih bahasakan ke dalam bahasa matematika. Peserta didik memiliki kemampuan menuliskan hasil peramalan sifat, pertumbuhan dan perkembangan dalam kehidupan seluler dan mengalih bahasakan hasil peramalan tersebut.</p>			

IDENTITAS BUKU SUPLEMEN				
A. INFORMASI UMUM				
I. IDENTITAS BUKU SUPLEMEN				
Mat. Pelajaran	Tarif	Kelas	Semester	Tahun Pelajaran
Biologi	1	10	1	2012/2013
Materi Pelajaran	Nilai Waktu (PT)	Jumlah Permodul	Persediaan	
Pembelahan sel	2		Hidayah Sholihah	
2. Capaian Pembelajaran				
Elemen	Capaian Pembelajaran (CP)			
Pembelahan sel	<p>Pada akhir fan 1 peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel dan organ dengan fungsi serta klasifikasi sel berdasarkan karakteristik sel dan peran sel. Peserta didik mampu menuliskan konstruksi struktur organ pada sel dan organ dengan fungsi serta klasifikasi sel dengan fungsi organ dan mengalih bahasakan ke dalam bahasa matematika. Selain itu peserta didik memiliki kemampuan menuliskan hasil peramalan sifat, pertumbuhan dan perkembangan dalam kehidupan seluler dan mengalih bahasakan hasil peramalan tersebut.</p>			

Gambar 4.29 Identitas buku suplemen sebelum revisi

Gambar 4.30 Identitas buku suplemen setelah revisi

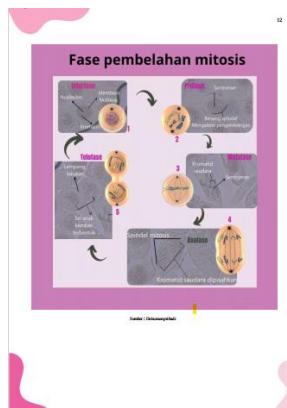
Sebelum direvisi identitas buku suplemen lebih mengarah seperti tampilan modul ajar, setelah direvisi terdapat beberapa aspek yang dihilangkan dan hanya menjelaskan capaian pembelajaran



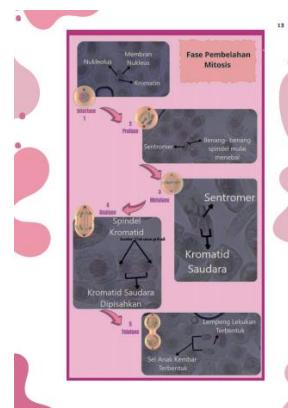
Gambar 4. 31 Rasio gambar sebelum revisi

Gambar 4. 32 Rasio gambar setelah revisi

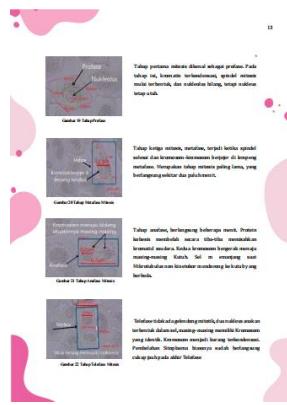
Sebelum direvisi rasio gambar hasil pengamatan fase interfase di mikroskop tidak jelas karena penempatanya banyak ditarik kekanan dan kekiri sehingga tidak presisi. Setelah di revisi gambar lebih presisi dan jelas



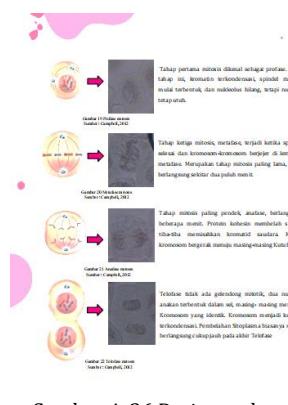
Gambar 4. 33 Rasio gambar sebelum revisi



Gambar 4. 34 Rasio gambar setelah revisi



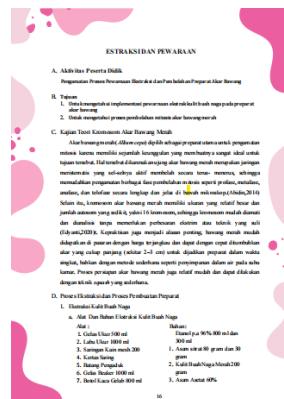
Gambar 4.35 Rasio gambar setelah revisi



Gambar 4. 36 Rasio gambar setelah revisi

Sebelum direvisi bagian gambar yang paling penting yaitu gambar hasil penelitian pengamatan pembelahan mitosis di laboratorium sangat tidak jelas dan perlu

dingkatkan kejelasan dan kekontrasannya. Setelah direvisi gambar kontras lebih tinggi.



Gambar 4. 37 Pembuatan ekstrak sebelum revisi



Gambar 4. 38 Pembuatan ekstrak setelah revisi

Sebelum direvisi bagian yang memberikan informasi tentang langkah kerja pembuatan ekstrak kulit buah naga dan preparat mitosis, cenderung seperti pentunjuk praktikum, sehingga setelah revisi tampilan dan bahasanya dirubah menjadi lebih menarik dan bahasanya lebih interaktif dan komunikatif



Gambar 4.39 Informasi ekstrak setelah revisi



Gambar 4.40 Informasi ekstrak setelah revisi



Gambar 4.41 Informasi mordan tawas setelah revisi



Gambar 4.42 Informasi mordan tawas setelah revisi



Gambar 4. 43 Rangkuman materi sebelum revisi



Gambar 4. 44 Rangkuman materi setelah revisi

Sebelum dilakukanya revisi buku suplemen terlihat kurang menarik. Namun, setelah dilakunya revisi terlihat buku suplemen semakin menarik dan penggunaan bahasa lebih informatif dan interaktif, sesuai dengan tujuan buku suplemen yaitu untuk menambah wawasan baru bagi peserta didik. Dalam revisi tahap dua ini terdapat juga beberapa halaman tambahan yang dibuat dengan tujuan untuk lebih memberikan informasi yang menarik bagi peserta didik.

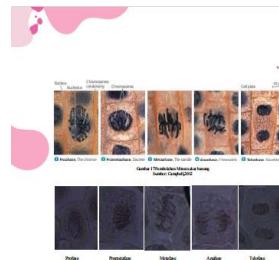


Gambar 4.45 Informasi tambahan dalam buku suplemen

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa banyak sekali saran perbaikan yang harus diperbaiki mulai dari bagian awal sampai bagian penempatan posisi gambar. Validasi Tahap dua dilakukan pada tanggal 16 Juni 2025 terdapat beberapa saran dan masukan lebih baik yang disampaikan oleh

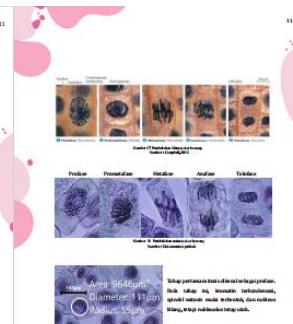
ahli materi meliputi (1) Peningkatan kecerahan gambar. (2) Penunjukan ukuran menggunakan *scala bar* mikroskop optilab. (3) Penunjukan bagian sel.

Sebelum revisi



Gambar 4. 46 Rasio dan kekontrasan gambar sebelum revisi

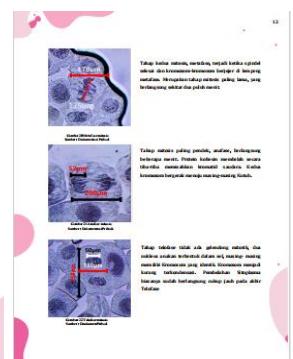
Setelah revisi



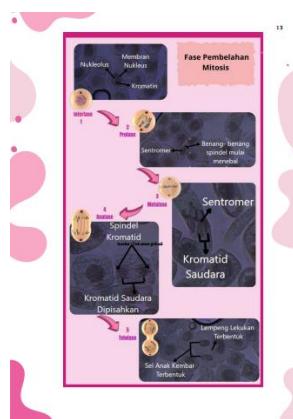
Gambar 4. 47 Rasio dan kekontrasan gambar setelah revisi



Gambar 4. 48 Rasio dan kekontrasan gambar sebelum revisi



Gambar 4. 49 Rasio dan kekontrasan gambar setelah revisi



Gambar 4. 50 Rasio dan kekontrasan gambar sebelum revisi



Gambar 4. 51 Rasio dan kekontrasan gambar sebelum revisi

Tahap validasi bahan ajar ketiga dilakukan pada tanggal 18 Juni 2025. Pada tahapan ketiga validator mengevaluasi bahan ajar dan menyatakan bahan ajar yang digunakan pada pengembangan buku suplemen telah layak untuk diaplikasikan pada proses pembelajaran.

Tabel 4.8 Hasil Analisis Data Ahli Materi

Aspek	Jumlah Skor	Scor Maksimal	Persentase	Kategori
Kelayakan Buku Suplemen	14	16	87,5%	Sangat valid
Kelayakan Penyajian Isi Buku Suplemen	16	16	100%	Sangat valid

Aspek	Jumlah Skor	Scor Maksimal	Persentase	Kategori
Kebenaran Konsep Bahan Ajar	65	72	93%	Sangat valid

Berdasarkan tabel 4.8 diperoleh informasi hasil validasi ahli materi menghasilkan nilai **91%** dengan kategori **sangat valid**

c. Uji coba skala terbatas

Uji coba skala terbatas pada tahap pertama dilakukan di kelas 11_A SMA Negeri 7 Semarang dengan jumlah 15 peserta didik. Terjadi pada tanggal 29 Juni 2025. Pemilihan jumlah 15 peserta didik didasari dari hasil akademik yang cukup memuaskan yang terdapat di dalam kelas XI_A SMA Negeri 7 Semarang. Tujuan dari uji coba skala terbatas tahap pertama untuk menguji keterbacaan buku suplemen pembelajaran sebelum disebarluaskan secara luas. Pada tahap ini ditemukan kelemahan dan permasalahan pada buku suplemen yang berbasis penelitian. Kelemahan dan permasalahan pada buku suplemen dilihat dari umpan balik dan respon dari peserta didik. Pada tabel 4,9 disajikan hasil

angket dan perolehan rata rata per masing masing pernyataan.

Tabel 4.9 Analisis Data Uji Coba Skala Kecil

Aspek	Jumlah Skor	Scor Maksimal	Persentase	Kategori
Materi	165	180	91%	Sangat valid
Tampilan	306	360	85%	Valid
Keterbacaan	156	10	86%	Sangat valid
Bahasa	163	180	90%	Sangat Valid

Hasil uji coba skala terbatas pada tahap pertama menunjukkan bahwa ada beberapa aspek buku suplemen termasuk dalam kategori "**sangat valid**". Aspek materi memperoleh **91%**, mengindikasikan konten telah memenuhi standar akurasi dan relevansi. Aspek bahasa juga mencapai **90%**, menunjukkan penggunaan tata bahasa dan komunikasi yang efektif. Namun, dua aspek memerlukan perhatian khusus: tampilan dengan skor **85%** dengan kategori **valid** dan keterbacaan dengan skor **86%** masih dalam kategori "**sangat valid**", kedua aspek ini memiliki persentase terendah dibandingkan

aspek lain, menandakan adanya ruang perbaikan sebelum uji coba skala besar

d. Uji Coba Skala Terbatas Tahap Kedua

Tahap uji coba skala terbatas tahap kedua dilaksanakan di kelas XI_B SMA Negeri 7 Semarang dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah peserta didik pada uji coba skala terbatas tahap pertama yaitu sebanyak 37 peserta didik. Uji coba skala terbatas pada tahap kedua dilakukan pada hari Kamis 20 Juni 2025. Tahap uji coba ini dilaksanakan setelah melakukan perbaikan dan revisi dari respon awal peserta didik pada skala terbatas tahap pertama. Uji coba ini juga dilakukan untuk melihat respon peserta didik terhadap buku suplemen pembelahan sel. Proses pengambilan data menggunakan angket sebagai alat ukur terhadap respon peserta didik pada pengembangan bahan ajar berupa buku suplemen yang berbasis penelitian di laboratorium. Hasil respon peserta didik pada uji coba ini dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.10 Analisis Data Uji Coba Skala Terbatas Tahap kedua

Aspek	Jumlah Skor	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
Materi	404	444	91%	Sangat valid
Tampilan	833	888	93%	Sangat valid
Keterbacaan	400	444	90%	Sangat valid
Bahasa	163	180	90%	Sangat Valid

Berdasarkan hasil uji coba skala terbatas tahap kedua terhadap buku suplemen, dapat diketahui bahwa buku tersebut menunjukkan kualitas yang sangat baik pada semua aspek yang diuji. Aspek materi memperoleh skor persentase sebesar **91%**, sehingga dikategorikan **sangat valid**. Hal ini menunjukkan bahwa isi buku sudah memenuhi standar keakuratan dan relevansi yang tinggi sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Pada aspek tampilan, buku mendapatkan **93%**, yang juga masuk dalam kategori **sangat valid**. Ini mengindikasikan bahwa desain visual dan tata letak buku sangat menarik dan mendukung

kenyamanan pembaca dalam memahami materi. Selanjutnya, aspek keterbacaan memperoleh skor **90%**, yang berarti buku mudah dibaca dan dipahami oleh pengguna. Terakhir, aspek bahasa mendapatkan skor persentase **90%**, yang menunjukkan penggunaan bahasa yang tepat, jelas, dan sesuai kaidah. Secara keseluruhan, buku suplemen ini dapat dinilai sangat valid dan siap digunakan secara luas untuk mendukung proses pembelajaran.

c. Pembahasan Hasil Penelitian Laboratorium

Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan, proses ekstraksi kulit buah naga sebagai pewarna alami untuk preparat mitosis akar bawang merah menunjukkan hasil yang sangat variatif tergantung pada formulasi pelarut, konsentrasi mordan, dan rasio campuran yang digunakan. Pada tahap awal, ekstrak kulit buah naga yang digunakan tanpa mordan menghasilkan warna coklat akibat proses oksidasi antosianin. Hasil penelitian ini

selaras dengan penelitian Hayati *et al* (2012) : Yanty & Siska (2018) yang menjelaskan bahwa antosianin dalam ekstrak kulit buah naga dapat terdegradasi karena pengaruh suhu, cahaya, oksigen, dan waktu. Sementara penambahan mordan tawas dan variasi asam sitrat atau asam asetat mampu meningkatkan intensitas dan kestabilan warna merah pada larutan ekstrak (Ramelawati, 2017).

Pemilihan konsentrasi mordan sebesar 2,5%, 5%, dan 10% dalam proses pewarnaan ekstrak kulit buah naga dilakukan untuk mengeksplorasi pengaruh variasi konsentrasi terhadap intensitas warna dan stabilitas warna yang dihasilkan pada preparat mitosis. Konsentrasi-konsentrasi ini dipilih berdasarkan keseimbangan antara efektivitas pengikatan warna dan potensi perubahan sifat warna yang mungkin terjadi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Cahyo (2019) yang menjelaskan bahwa pemberian konsentrasi mordan yang beragam menyebabkan keseimbangan antara efektivitas pengikatan

warna dan potensi perubahan sifat warna ekstrak yang juga beragam.

Konsentrasi 2,5% dianggap sebagai titik awal yang memungkinkan pewarnaan dengan intensitas warna yang cukup tanpa risiko pewarnaan berlebihan (Astuti & Subiyanti, 2020). Sedangkan konsentrasi 5% dan 10% digunakan sebagai peningkatan bertahap untuk mengeksplorasi seberapa banyak peningkatan mordan dapat memperkuat ikatan warna dan meningkatkan daya tahan warna dalam preparat. Hal ini selaras dengan penjelasan Widyastutik *et al.* (2022) menyatakan bahwa tawas yang dijadikan sebagai mordan mengandung ion kalium, aluminium, dan sulfat. Ion aluminium (Al^{3+}) dalam tawas berperan penting sebagai mordan yang membentuk kompleks dengan molekul pewarna alami, sedangkan kalium (K^+) dan sulfat (SO_4^{2-}) membentuk kerangka garam rangkap yang stabil. Aluminium dengan konsentrasi tinggi, yaitu sebesar 49.775 ppm yang mampu mengikat warna temasuk warna pada senyawa antosianin.

Penelitian ini membuktikan bahwa antosianin sebagai komponen utama pewarna sangat dipengaruhi oleh kondisi pelarut dan mordan, di mana pelarut dengan pH asam dan konsentrasi mordan yang tinggi mampu mempertahankan warna merah pekat lebih lama dan meningkatkan efektivitas pewarnaan pada preparat. Penjelasan diatas selaras dengan hasil penelitian Yam *et al* (2024) yang juga menjelaskan bahwa stabilitas warna antosianin sangat dipengaruhi oleh pH lingkungan. pada pH asam, antosianin cenderung menunjukkan warna merah yang lebih intens dan stabil

Hasil uji kekontrasan menggunakan perangkat lunak *Image J* pada berbagai kombinasi pelarut menunjukkan bahwa rasio esktrak dan pelarut 5:1 yang terdiri dari asam asetat 70% dan etanol 96% dengan mordan 10% dan sedikit tambahan HCL 1N memberikan nilai kekontrasan tertinggi, mencapai angka di atas 180 pixel hingga 199 pixel. Hal ini menandakan bahwa formula tersebut sangat efektif dalam menampilkan

detail morfologi sel dan nukleus pada preparat mitosis akar bawang merah. Sebaliknya, rasio ekstrak dan pelarut 1:1 dengan konsentrasi asam sitrat 20% dan etanol 96%, namun mordan lebih rendah, menghasilkan kekontrasan terendah, sehingga kurang optimal untuk tujuan visualisasi seluler. Hal ini selaras dengan penelitian yang menjelaskan bahwa pemilihan pelarut yang tepat sangat berpengaruh terhadap hasil akhir, Sebagaimana penelitian yang dijelaskan oleh Nandya (2021) yang mengatakan bahwa pemilihan rasio pelarut yang tepat dalam proses pewarnaan, dapat meningkatkan kualitas analisis mikroskopis dalam studi sitologi dan biologi sel termasuk dalam pengamatan proses pembelahan sel

Analisis kualitatif oleh validator ahli mikroteknik juga memperkuat temuan kuantitatif tersebut. Kombinasi ekstrak dan pelarut dengan rasio 1:1 hanya mendapatkan nilai 54,16 dengan kategori cukup jelas dan cukup kontras. Kombinasi optimal pada rasio 5:1 asam asetat 70% dan etanol 96% serta

tambahan mordan 10% dan sedikit HCL 1N menghasilkan kekontrasan visual hingga 95,83%, yang dikategorikan sangat jelas dan sangat kontras. Hal ini sangat penting untuk memudahkan identifikasi fase-fase mitosis pada jaringan meristem akar bawang merah, yang menjadi tujuan utama pengembangan produk pewarna alami ini.

Segi kelayakan, preparat yang diwarnai dengan ekstrak kulit buah naga dinilai layak digunakan untuk penelitian dan pendidikan. Aspek identitas preparat konsisten memperoleh skor tinggi, menunjukkan bahwa pewarnaan tidak mengganggu identifikasi objek. Persentase kelayakan tertinggi juga ditemukan pada kombinasi pelarut asam asetat 70% dengan rasio antara ekstrak dan pelarut yaitu 5:1, yang mencapai 97,9%. Ini menegaskan bahwa formula tersebut tidak hanya unggul dalam kekontrasan visual, tetapi juga dalam aspek kelayakan preparat untuk digunakan dalam kegiatan penelitian lebih lanjut. Temuan ini didukung oleh penelitian Buatip (2022) yang menegaskan bahwa

ekstrak kulit buah naga merah (*Selenicereus monachantus*) memiliki potensi sebagai pewarna alternatif pada preparat mitosis *Allium cepa* L, dengan hasil kejelasan dan kekontrasan warna yang sangat baik. Selain itu, penelitian oleh Hidayah *et al* (2014) menunjukkan bahwa ekstraksi antosianin dari kulit buah naga paling efektif menggunakan pelarut asam (asam asetat atau asam sitrat), serta stabil pada pH 1–5. Namun dalam proses pewarnaan kromosom pada penelitian ini kondisi pelarut asam sampai di pH angka 1, untuk angka lebih dari satu proses pewarnaan lebih sulit terserap di dalam kromosom. Hal ini selaras dengan penelitian Indikator pH di angka 1 sangat penting untuk kestabilan warna dan efektivitas pewarnaan (Sunarya *et al.*, 2024). Penelitian lain yaitu Adiningsih *et al* (2024) juga membahas tentang pewarnaan nukleus dan kromosom harus dilakukan pada kondisi pH asam karena sifat kimiawi komponen seluler yang akan diwarnai, terutama DNA dan RNA yang bersifat asam.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa ekstrak kulit buah naga, dengan pelarut yang sesuai dan mordan, sangat potensial sebagai pewarna alami pengganti safranin dalam preparat mikroskopis. Kombinasi pelarut asam asetat 70% dan etanol 96% dengan penambahan mordan tawas 10% dan 0,2 ml HCL 1N pada rasio 5:1 adalah formula terbaik, baik dari segi kekontrasan visual, kestabilan warna, maupun kelayakan preparat. Temuan ini tidak hanya menawarkan alternatif ramah lingkungan dan ekonomis, tetapi juga membuka peluang inovasi dalam pengembangan bahan ajar di sekolah dan laboratorium.

D. Pembahasan Pengembangan Produk Buku Suplemen

Berdasarkan hasil pengembangan, buku suplemen yang telah dirancang dan telah divalidasi oleh ahli media dan ahli materi. Dapat diketahui bahwa bahan ajar yang dikembangkan terdiri dari beberapa struktur utama yang penting dalam buku suplemen. Struktur tersebut meliputi cover, kata

pengantar, materi pokok, materi tambahan, ringkasan materi, glosarium, dan daftar isi, yang masing-masing memiliki fungsi khusus dan peran penting dalam mendukung proses pembelajaran (Pusat Kurikulum dan Perbukuan, 2018).

Bagian cover buku suplemen berfungsi sebagai identitas visual yang menarik dan informatif. Cover tidak hanya melindungi isi buku secara fisik, tetapi juga menjadi daya tarik utama yang dapat meningkatkan minat baca peserta didik. Fatianti *et al* (2024) menegaskan bahwa desain cover yang menarik dan relevan dengan isi buku sangat berperan dalam memotivasi peserta didik untuk menggunakan buku suplemen tersebut dalam proses belajar. Cover biasanya memuat judul, nama penulis, ilustrasi, yang mencerminkan isi dan tujuan buku.

Selanjutnya, kata pengantar berisi penjelasan latar belakang penyusunan buku, tujuan pembuatan, serta harapan penulis terhadap pembaca. Widiatmika (2015) dalam jurnal pendidikan menyatakan bahwa kata

pengantar berfungsi sebagai pengantar yang membangun hubungan emosional antara penulis dan pembaca serta memberikan konteks penting terkait manfaat buku. Kata pengantar membantu pembaca memahami alasan dan urgensi pembuatan buku suplemen sehingga lebih menghargai isi yang disajikan.

Daftar isi dan daftar gambar dalam buku suplemen adalah bagian yang memuat urutan bab dan subbab beserta nomor halaman dan gambar, yang memudahkan pembaca dalam menavigasi isi buku. Widiatmika (2015) menyatakan bahwa daftar isi yang terstruktur dengan baik meningkatkan kemudahan akses dan efisiensi belajar.

Selain itu juga terdapat petunjuk penggunaan buku yang berisi arahan tentang penggunaan buku dan referensi cepat yang menggambarkan isi dari buku suplemen sehingga peserta didik dapat dengan mudah memahami alur materi (Purwani & Mustikasari, 2022). Buku suplemen ini juga terdapat penjelasan tentang capaian pembelajaran fase F pada kurikulum merdeka

yang menjadi acuan untuk mengintegrasikan antara materi pokok yang bersumber dari kurikulum merdeka dan materi dari hasil penelitian di laboratorium.

Bagian inti buku suplemen adalah materi pokok, yang dalam konteks ini membahas pembelahan sel secara sistematis dan komprehensif. Menurut Setyanto *et al* (2016) penyajian materi pokok harus relevan dengan kompetensi yang ingin dicapai, disusun secara logis, sistematis, komunikatif, dan interaktif agar memudahkan siswa memahami konsep mitosis dan meiosis secara mendalam. Materi pokok ini biasanya dilengkapi dengan ilustrasi, diagram, dan contoh aplikasi agar lebih konkret dan mudah dipahami.

Selain materi pokok, buku suplemen juga memuat materi tambahan berupa hasil penelitian laboratorium terkait pembelahan sel. Frihatna (2021) menegaskan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis hasil penelitian meningkatkan validitas dan relevansi materi, sehingga peserta didik tidak hanya memahami teori tetapi juga melihat

aplikasi nyata dalam penelitian ilmiah. Materi tambahan ini memperkaya wawasan peserta didik

Bagian ringkasan materi berfungsi sebagai alat bantu untuk mengulang dan memperkuat pemahaman peserta didik terhadap isi buku. Jamhari (2018) menyatakan bahwa ringkasan yang efektif dapat membantu peserta didik mengorganisasi informasi dan meningkatkan daya ingat,. Selanjutnya, glosarium merupakan daftar istilah penting beserta definisinya yang digunakan dalam buku suplemen. Astuti *et al* (2014) menekankan pentingnya glosarium sebagai alat bantu pembelajaran yang memperjelas makna istilah teknis dan memperluas kosakata siswa, sehingga membantu mereka memahami konsep-konsep ilmiah yang kompleks.

Terakhir, daftar pustaka adalah bagian penting dalam sebuah buku yang memuat daftar referensi atau sumber-sumber yang digunakan penulis dalam menyusun buku tersebut. Menurut Mackiewicz (2018) daftar pustaka berfungsi untuk memberikan

kemudahan bagi pembaca untuk menelusuri dan memverifikasi sumber informasi yang digunakan dalam buku suplemen. Dengan adanya daftar pustaka yang lengkap dan terstruktur, kredibilitas buku suplemen meningkat dan pembaca dapat memperdalam pemahaman dengan mengakses sumber asli yang relevan.

Berdasarkan hasil pengembangan buku suplemen pada tahap *development* dapat diketahui bahwa validator ahli media menyatakan bahan ajar tambahan yang digunakan telah layak untuk diaplikasikan dalam proses pembelajaran dengan hasil validasi mencapai 93% dengan kategori sangat valid. Validasi ahli materi juga menyatakan hasil akhir yang menunjukkan bahwa buku suplemen tersebut sangat valid dengan nilai 91%. Proses validasi yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi merupakan langkah kritis dalam pengembangan produk. Validasi ini memastikan bahwa buku suplemen tidak hanya layak secara konten, tetapi juga menarik dan mudah dipahami oleh peserta didik.

Menurut Safitri *et al.*, (2022), validasi oleh ahli dapat meningkatkan kualitas bahan ajar dan memastikan bahwa produk akhir memenuhi standar pendidikan yang ditetapkan. Hasil validasi yang sangat baik menunjukkan bahwa buku suplemen ini siap untuk digunakan dalam proses pembelajaran

Langkah setelah validasi, dilakukan uji coba kelompok terbatas tahap pertama dengan 15 peserta didik. Hasil uji coba menunjukkan bahwa hampir semua aspek buku suplemen termasuk dalam kategori "sangat valid", meskipun terdapat dua aspek yang memerlukan perhatian lebih, yaitu tampilan dan keterbacaan. Berdasarkan hasil uji coba skala kecil, buku suplemen direvisi dengan fokus pada perbaikan tampilan visual dan keterbacaan. Perbaikan meliputi penambahan ilustrasi yang lebih jelas untuk setiap tahap ekstraksi, penggunaan *font* yang lebih mudah dibaca, penyederhanaan kalimat kompleks, dan peningkatan kontras warna pada gambar mikroskopis. Setelah revisi, buku suplemen diuji coba pada skala terbatas tahap dua

dengan jumlah peserta didik lebih banyak daripada uji coba tahap pertama.

Hasil uji coba skala terbatas tahap kedua dengan jumlah peserta didik sebanyak 37 menunjukkan peningkatan signifikan pada semua aspek. Aspek materi mendapat 91%, aspek tampilan 93%, aspek keterbacaan 90% dan aspek bahasa 90%. Semua aspek mencapai kategori "sangat valid" dengan persentase di atas 90%, menunjukkan bahwa buku suplemen telah memenuhi standar kelayakan sebagai bahan ajar tambahan. Analisis lebih mendalam terhadap hasil validasi menunjukkan bahwa aspek tampilan mengalami peningkatan paling menonjol, dari 85% pada uji coba skala kecil menjadi 93% pada uji coba skala besar. Hal ini menunjukkan bahwa revisi yang dilakukan pada aspek visual sangat efektif dalam meningkatkan kualitas buku. Aspek keterbacaan juga mengalami peningkatan dari 86% menjadi 90%, menunjukkan bahwa penyederhanaan bahasa dan struktur kalimat berhasil meningkatkan kemudahan pemahaman konten. Hasil uji coba

menunjukkan bahwa buku ini tidak hanya valid secara teoritis, tetapi juga diterima dengan baik oleh peserta didik. Menurut penelitian oleh Rohmah *et al.* (2021) uji coba produk adalah langkah penting untuk mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan dari bahan ajar yang dikembangkan. Uji coba ini menjadi indikator validitas buku suplemen untuk digunakan secara luas

Pengembangan bahan ajar berbasis penelitian sangat penting dalam konteks pendidikan modern. Menurut penelitian oleh Rahayu *et al* (2023), pengembangan produk pendidikan yang efektif harus didasarkan pada hasil penelitian yang valid. Buku suplemen yang dikembangkan di SMA Negeri 7 Semarang mengintegrasikan hasil penelitian yang relevan, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep-konsep biologi yang kompleks, seperti pembelahan sel. Buku suplemen yang dikembangkan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan bahan ajar utama yang digunakan di SMA Negeri 7 Semarang. Pertama, buku ini berbasis

penelitian asli yang menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah naga dengan kombinasi pelarut optimal dapat menghasilkan pewarnaan preparat mitosis dengan kekontrasan visual mencapai 95,83% kategori "sangat jelas dan sangat kontras" berdasarkan penilaian ahli mikroteknik. Kedua, buku ini menawarkan solusi praktis untuk masalah ketergantungan penggunaan pewarna sintetis dengan memanfaatkan limbah kulit buah naga yang mudah diperoleh dan ekonomis. Selain itu, buku suplemen ini juga mendukung implementasi pembelajaran kontekstual dan berbasis penelitian secara langsung, Data kelayakan preparat yang mencapai 97,9% juga menunjukkan bahwa metode pewarnaan yang disajikan dalam buku menghasilkan preparat yang layak digunakan untuk pembelajaran.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan agar memperoleh suatu media pembelajaran berbasis hasil penelitian di laboratorium pada materi pembelahan sel yang valid, melalui proses penelitian di laboratorium dan pengembangan. Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kombinasi variasi ekstrak kulit buah naga merah (*Selenicereus monachantus* L) dan mordan yang paling bagus dalam pewarnaan preparat mitosis akar bawang (*Allium cepa* L) yaitu penggunaan mordan 10% dengan pelarut etanol 96% dan asam asetat 70% dengan tambahan 0,2 ml HCL 1 N pada rasio antara ekstrak dan pelarut yaitu 5:1 menghasilkan kejelasan dan kontras yang optimal pada kromosom.
2. Buku suplemen yang dikembangkan mencakup cover, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, materi pokok (struktur sel, transpor membran,

pembelahan sel yang diintegrasikan dengan hasil penelitian), petunjuk pembuatan ekstrak dan preparat, informasi penting, rangkuman materi, glosarium, dan daftar pustaka. Desain ini dibuat menggunakan software Canva dan Microsoft Word, dengan pemilihan warna cerah dan ilustrasi yang relevan untuk menarik minat peserta didik, serta telah melalui revisi berdasarkan masukan ahli dan uji coba pada peserta didik untuk memastikan kualitas visual dan keterbacaan yang optimal.

3. Bahan ajar biologi yang dikembangkan dari ekstrak kulit buah naga dan variasi konsentrasi mordan dinyatakan valid dengan hasil validasi mencapai 91% dari ahli materi dan 93% dari ahli media, menunjukkan bahwa buku suplemen ini layak digunakan sebagai sumber belajar tambahan di sekolah.
4. Uji coba kelompok kecil dilakukan dua tahap yang pertama 15 anak dan tahap kedua 37 anak, semuanya menunjukkan bahwa peserta didik memberikan respon positif terhadap buku suplemen yang dikembangkan, dengan skor rata-rata di atas 90% untuk aspek materi,

tampilan, keterbacaan, dan bahasa, menandakan bahwa buku ini efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik tentang pembelahan sel.

B. Saran

Untuk meningkatkan dan mengembangkan hasil penelitian ada beberapa saran yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengeksplorasi potensi limbah organik lainnya sebagai sumber pewarna alami, sehingga dapat memperluas pilihan bahan ajar yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam pendidikan biologi.
2. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan yang mengeksplorasi variasi konsentrasi mordan dan pelarut lainnya, untuk menemukan kombinasi yang lebih optimal dalam meningkatkan kejelasan dan kontras pewarnaan pada preparat mitosis.
3. Disarankan untuk melakukan optimasi ekstraksi dengan pelarut sebelum mengaplikasikan ke perlakuan yang berbeda beda untuk memastikan bahwa aplikasi

- pewarna alami pada setiap perlakuan menggunakan hasil ekstraksi dengan waktu penyimpanan yang seragam
4. Disarankan untuk menumbuhkan akar bawang merah terlebih dahulu untuk menemukan indeks fase pada pembelahan mitosis, sebelum membuat pewarna alami

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F. N., Surya Jaya, A., & Widayat, D. (2017). Penentuan waktu perendaman sel (fase mitosis) akar bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) menggunakan safranin untuk mendukung praktikum biologi Determination of cell immersion time (Mitosis Phase) roots of onion (*Allium ascalonicum* L.) using safranin to su. *Bioleuser*, 1(3), 86-91.
- Abdullah, N. F., & Syamsidar. (2018). Pengaruh Minuman Berenergi Terhadap Fase Mitosis Akar Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Bioleuser*, 2(2), 36-40.
- Abidin, A. Z., & Budiono, J. D. (2014). Studi Indeks Mitosis Bawang Untuk Pembuatan Media Pembelajaran Preparat Mitosis Mitosis Index Study Of Onion To Make Mitosis Slide As Achmad Zainal Abidin. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 3(3), 571-579.
- Adinda, A., Kadim, K., & Sugiyanto, S. (2021). Pengembangan bahan ajar berbasis laboratorium untuk kegiatan siswa memahami tekanan zat kelas VIII SMP/ MTS. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 1(2), 93-99. <https://doi.org/10.17977/um067v1i2p93-99>
- Adiningsih, R., Rahmawati, Y., & Nailufar, Y. (2024). Potensi Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Pengganti Cat Hematoksilin Dalam Pewarnaan. 5, 12988-12997.
- Afifa, N. I., Hasnunidah, N., & Maulina, D. (2021). E-Ukbn Model Eksperiential Jelajah Alam Sekitar (Ejas) Pada Materi Perubahan Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(3), 146-157.
- Ahmad Haris Hasanuddin Slamet, Dini Nafisatul Mutmainah, Rafly Rizqullah, & Fanecia Apriani. (2022). Analisis Nilai Tambah dan Strategi Pengembangan Industri Olahan Kulit Buah Naga di Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. *Food Scientia : Journal of Food Science and Technology*, 2(1), 20-

47. <https://doi.org/10.33830/fsj.v2i1.2686.2022>
- Andayani, N. S. (2020). Potensi Secang (*Caesalpinia sappan* L) sebagai pengawet alami pada sediaan kosmetik. In *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi* (Vol. 2, Issue 4).
- Anindhita, T. (2024). *Kontribusi Bahan Ajar Suplemen terhadap Proses Pembelajaran Argument Drivent Inquiry dalam Upaya Peningkatan Keterampilan Argumentasi*. 9(2), 207–219.
- Armanzah, S. R., & Hendrawati, T. Y. (2016). Pengaruh Waktu Maserasi Zat Antosianin Sebagai Pewarna Alami Dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir) Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2016. *Seminar Naional Sains Dan Teknologi, November*, 1–10.
- Arta, A.-L. F., & Irfan, D. (2022). Perancangan Media Animasi Interaktif pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas IX Teknik Audio Vidio di SMKN 1 Sumatera Barat. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(6), 4500–4501.
- Aryanta, I. W. R. (2022). Manfaat Buah Naga Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 4(2), 8–13. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v4i2.3386>
- Asiva Noor Rachmayani. (2015). *Principles and interpretation of laboratory practices in surgical pathology*.
- Astuti, D., Kurniasari, D., Rusilowati, A., & Subekti, N. (2014). Pengembangan Buku Suplemen IPA Terpadu Dengan Tema Pendengaran Kelas VII. *Unnes Science Education Journal*, 3(2), 462. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/usej>
- Astuti, O. D., & Subiyanti. (2020). Pengaruh Variasi Konsentrasi Mordan Dan Waktu Fiksasi Pada Pencapan Kain Kapas Dengan Zat Warna Alam Kayu Teger (*Cudrania javanensis*). *Journal Teknika*, 6(3), 69–76.
- Atav, R., Güneş, E., Çifçi, D. İ., & Güneş, Y. (2020). Cparison of

- wool fabric dyeing with natural and synthetic dyes in view of ecology and treatability. *AATCC Journal of Research*, 7(6), 15–22. <https://doi.org/10.14504/ajr.7.6.3>
- Ati, S. N. T. K. (2018). Bahan Ajar Bahan Ajar Bahan Ajar. In *Repository.Upy.Ac.Id* (Issue Mkb 7056). <https://id.scribd.com/document/422513894/Module-of-Information-principles-published-on-2012-Modul-Dasar-dasar-Informasi-2012>
- Augustia, V. A. S., Ridwan, B., & Mau, F. (2024). *Anthocyanin Extraction from Dragon Fruit Peel and Purification by Using Amberlite IRC 120 Ekstraksi Antosianin Kulit Buah Naga dan Purifikasi dengan Menggunakan Amberlite IRC 120*. 9(1), 96–103.
- Awalulloh, R., Artanti, G. D., & Indriani, T. (2023). *Pengaruh Substitusi Limbah Kulit Buah Naga Terhadap Kualitas Organoleptik Keripik*. 8(2), 1–7.
- Ayun, Q., Khomsiyah, & Ajeng, A. (2022). Pengaruh Ph Larutan Terhadap Kestabilan Warna Senyawa Antosianin Yang Terdapat Pada Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.36526/jc.v4i1.2090>
- Aziz, I. R. (2019). Kromosom Tumbuhan Sebagai Marka Genetik. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 13(2), 125–131. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v13i2.9638>
- Azkiya, N. I., Najla, S., Sukmawanta, M., & Lusiani, C. E. (2025). *Utilization of Red Dragon Fruit (Hylocereus polyrhizus) Peel Waste as an Alternative Indicator for Acid - Base Titration*. 9(1), 31–37.
- bps.go.id. (2021). *Produksi Buah-buahan Menurut Jenis Tanaman Menurut Provinsi, 2021*. Bps.Go.D. <https://www.bps.go.id/statistics->

- table/3/U0dKc1owczVSalJ5VFdOMWVETnIVRVJ6YlRJMFp6MDkjMw==/produksi-buah-buahan-menurut-jenis-tanaman-menurut-provinsi--2021.html?year=2021
- Buatip, K. (2022). *Natural Dyes from Red Dragon Fruit (Hylocercus costaricensis) on Plant Chromosome Staining*. 1(2), 1-7.
- Budiono, J. D. (2014). *Mitosis Index Study Of Onion To Make Mitosis Slide As Learning Media Achmad*. 3(3), 571-579.
- Cica, S. A., & Isnawati, I. (2023). Karakterisasi Kromosom dan Fenotip Utama Tanaman Padi Hasil Pemuliaan Tanaman di Daerah Kedungbondo Kabupaten Bojonegoro. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 334-342. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n3.p334-342>
- Dafrita, I. E., & Sari, M. (2020). Senduduk dan ubi jalar ungu sebagai pewarna preparat squash akar bawang merah. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 5(1), 46-55. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v5i1.571>
- Damayanti, S., Novalina, D., & Hadi, W. S. (2024). Pengaruh pH Terhadap Stabilitas Daun Pacar Kuku Sebagai Counter stain Alternatif pada Pewarnaan Gram The effect of pH on the stability of henna nail leaves as an alternative counterstain to gram staining. *Jurnal Analis Kesehatan*, 13(63), 1-7.
- Devi, E. R. (2015). The Development of Student Worksheets Using Slides Media of Microalgae. *BioEdu*, 4(3), 949-956. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Dewi, H., Quzwain, F., & Wulansari, N. (2021). Histology Slide Quality Compara Tiv Study; Impregnation and Embedding Using Beeswax and Paraffin. *Jmj*, 10(2), 291-298.
- Edyani, J. S. (2020). Systematic Review: Pemanfaatan Bahan Alami Sebagai Pewarna Alternatif Pengganti Safranin Pada Pewarnaan Gram. *Jurnal Mipa*, 21(11), 43.
- Ellyawati. (2018). Penentuan Waktu Yang Tepat Pada Proses

- Staining Dalam Pembuatan Preparat Histologis Hati. *Jurnal TEMAPELA*, 1(1), 28–30. <https://doi.org/10.25077/temapela.1.1.28-30.2018>
- Ernawati, E. (2009). Pembelahan Sel Akar Umbi Bawang Bombay (*Allium cepa* L .) Di Bawah Pengaruh Medan Magnet (*Allium cepa* Root Mitosis Under Magnetic Field). *Prosiding SN SMAP*, 9(November), 16–17.
- Fatianti, N. I., Halidjah, S., & Vilda, D. A. (2024). *Pengembangan Buku Suplemen Bernuansa Bernalar Kritis Untuk Melatih Kemampuan Pemecahan Masalah Mata Pelajaran Pelajaran Matematika Kelas V Sdn 24 Pontianak*. 7, 947–954.
- Febriani, A. E., Kurnyawaty, N., & Firman, D. (2022). Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Berdasarkan Pengaruh Ukuran Partikel Sebagai Indikator Asam-Basapada Proses Titrasi. *Pemanfaatan Ekstrak Kulit* ...) *JURNAL TEKNIK KIMIA VOKASIONAL*, 2(2), 44–49. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v2i2.1694>
- Febrianti, T., Setiawan, I., & Yusuf, M. N. (2020). Strategi Pengembangan Usahatani Buah Naga (Suatu Kasus Pada Kelompok Tani Mitra Usaha Naga di Desa Majingklak Kecamatan Wanareja Kabupaten Cilacap). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 7(2), 510. <https://doi.org/10.25157/jimag.v7i2.3509>
- Frihatna, Sayono, J., & Khakim, M. N. L. (2021). Pengembangan Buku Suplemen untuk Mata Pelajaran Sejarah Kelas. *Jurnal Artefak*, 8(2), 160–172. <https://jurnal.unigal.ac.id/index.php/artefak/article/view/6120/pdf>
- Gustiani, N., & Novrita, S. Z. (2024). Pengaruh Mordan Tawas , Tunjung dan Kapur Sirih Terhadap Hasil Pencelupan Kain Katun Mori Primissima dengan Ekstrak Daun Gambir (*Uncaria Gambir Roxb*). 14(September), 467–474. <https://doi.org/10.33087/dikdaya.v14i2>.
- Habsah, M., M. Amran, M. M. M., Lajis, N. H., Kikuzaki, H.,

- Nakatani, N., Rahman, A. A., & Ghafar, A. M. A. (2000). Screening of Zingiberaceae extracts for antimicrobial and antioxidant activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(03), 403–416. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00223-3%0A](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00223-3%0A)
- Hariyanto, B., MZ, I., SU, W., & Rindawati. (2022). 4D Model Learning Device Development Method of the Physical Geography Field Work Guidance Book. *MATEC Web of Conferences*, 372, 05008. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202237205008>
- Hayati, E. K., Budi, U. S., & Hermawan, R. (2012). Konsentrasi Total Senyawa Antosianin Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) : Pengaruh Temperatur Dan pH. *Jurnal Kimia*, 6(2), 138–147.
- Hidayah, T., Winarni Pratjojo, & NuniWidiarti. (2014). Uji Stabilitas Pigmen dan Antioksidan Ekstrak Zatwarna Alami Kulit Buah Naga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2), 135–140.
- Indriani, Suhanadji, Y. Y. (2020). Pengembangan Buku Suplemen Budaya Lokal Surabaya Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Education and Development*, 8(2), 573–576. <https://id.scribd.com/document/422513894/Module-of-Information-principles-published-on-2012-Modul-Dasar-dasar-Informasi-2012>
- Irianti, R., & Mahrudin, M. (2021). Analisis Kepraktisan Buku Ilmiah Populer Keanekaragaman Jenis Ikan Berbasis Penelitian Sebagai Bahan Pengayaan Mata Kuliah Zoologi Vertebrata Konsep Ikan. *Wahana-Bio: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 13(1), 52. <https://doi.org/10.20527/wb.v13i1.9599>
- Izzati, M. (2017). Kualitas Preparat Mitosis Allium cepa Menggunakan Pewarna Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Dengan Pelarut Akuades Dan Asam Sitrat 10%. *Skripsi*, 1–12.

- Jamhari, S. U. (2018). *Pengembangan Buku Suplemen 3D Augmented Reality Sebagai Bahan Belajar Tematik Tema Lingkungan Tentang Perkembangan Hewan Untuk Siswa Kelas III SD Irfanda Jamhari 1, Susilaningsih 2, Saida Ulfa 3.* 76–81.
- Jannah, N., Mahmud, N. R. A., & Karo, N. A. K. (2019). Pemanfaatan Filtrat Bunga Flamboyan (*Delonix regia* (Hook.)Raf.) sebagai Pewarna Alternatif dalam Pengamatan Preparat Jaringan Tumbuhan. *Jurnal Biosains Dan Edukasi*, 1(1), 5–9.
- Jihan Alifya F. (2024). *Formulasi Ekstrak Secang (Caesalpinia sappan Linnaeus,1753) Dengan Mordan Aluminium Amonium Sulfat (AINH4(SO4)2) Sebagai Alternatif Pewarnaan Histologi Jaringan Burung Merpati (Columba livia J.F.Gmelin, 1789)*. 4.
- Khofifah, S. (2024). *Pengembangan e-modul flipbook berbasis model problem based learning untuk meningkatkan kemampuan literasi statistis siswa sma*.
- Krishnapatria, K. (2019). Development of Basic Analysis of Prose Coursebook Containing Critical Theories at a State University in Karawang. *ELT in Focus*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.35706/eltinfc.v2i1.1944>
- Kunnaryo, H. J. B., & Wikandari, P. R. (2021). Antosianin dalam Produksi Fermentasi dan Perannya sebagai Antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 24–36. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p24-36>
- Kurniawati, I., Maftuch, & Hariati, A. M. (2016). Penentuan Pelarut Dan Lama Ekstraksi Terbaik Pada Teknik Maserasi *Gracilaria* Sp. Serta Pengaruhnya Terhadap Kadar Air Dan Rendemen. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(2), 72–77. <http://www.samakia.aperiki.ac.id/index.php/JSAPI/article/view/106>
- LabMart.co.id. (2024). *Bahan dan Alat Labooratorium*.

- https://labmart.id/?srsltid=AfmBOop0xQZYWSRjepp0Iy0nON_YN13YeviXd9YsGomFmsb6xvpAfKor
- Laksono, A. I., & Subiyati. (2021). The Effect of The Natural Mordant Methods Symplocos Leaves on Cotton Fabric Printing With Natural Dyes of Marenggo Leaves. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan Dan Batik*, 1-14. <https://proceeding.batik.go.id/index.php/SNBK/article/view/117/74>
- Mackiewicz, J. (2018). A Mixed-Method Approach. In *Writing Center Talk over Time*. <https://doi.org/10.4324/9780429469237-3>
- Mahmud, M. H., Raihan, M. T., Shakhik, M. T. Z., Khan, F. T., & Islam, M. T. (2023). Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*): A Green Colorant for Cotton Fabric. *Colorants*, 2(2), 230-244. <https://doi.org/10.3390/colorants2020015>
- Masrur, H., Duran Corebima, A., & Ghofur, A. (2017). Pengembangan Buku Suplemen Mutasi Gen Pada Matakuliah Genetika. *Jurnal Pendidikan : Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 1160-1167. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>
- Mega, P. A., & Riswanto. (2019). *Pengaruh Variasi Waktu Pewarnaan Menggunakan Giemsa 10% Terhadap Hasil Sediaan Darah Malaria*. 66.
- Meganingtyas, W., & Alauhdin, M. (2021). Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) dan Pemanfaatannya sebagai Indikator Alami Titrasi Asam-Basa. *AgriTECH*, 41(3), 278. <https://doi.org/10.22146/agritech.52197>
- Merta sari, N. komang lina, Widiratini, N. K., & Anggendari, M. D. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Embroidery Berbasis Merdeka Belajar Kampus Merdeka. *Jurnal BOSAPARIS: Pendidikan Kesejahteraan Keluarga*, 13(1), 28-36. <https://doi.org/10.23887/jppkk.v13i1.43939>

- Mertha, I. gde, Merta, I. W., Bahri, S., Raksun, A., & Sukarso, A. (2021). Pengamatan Preparat Mitosis. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(4), 312–319. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v3i2.1136>
- Muhammad Furqan, & Ari Sapto. (2023). Pengembangan Suplemen E-Book Tentang Perang Rakyat Bima Terhadap Kolonialisme Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Pemahaman Pada Pembelajaran Sejarah Kelas Xi Ips Di Sma 1 Woha Kabupaten Bima. *Jurnal Pendidikan Sejarah Indonesia*, 6(1), 55–67.
- Mukti, M. W. P., Sumantra, I. M., & Karuni, N. K. (2023). Studi Pemanfaatan Warna Alam Pada Produk Tekstil. *Hastagina: Jurnal Kriya Dan Industri Kreatif*, 3(02), 207–213. <https://doi.org/10.59997/hastagina.v3i02.2906>
- Naga, B., & Nizori, A. (2020). Karakteristik Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Dengan Penambahan Berbagai Kosentrasi Asam Sitrat Sebagai Pewarna Alami Makanan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 228–233. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.2.228>
- Naibaho, M. (2019). Pemetaan Patogen Penting Tanaman Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* (Lem.) Britton & Rose) Di Kabupaten Banyuwangi. *Skripsi Universitas Jember*.
- Nandy. (2021). *Pengaruh Perbandingan Bahan Dengan Pelarut dan Suhu*. 8(2), 57–66.
- Nefic, H., Musanovic, J., Metovic, A., & Kurteshi, K. (2013). Chromosomal and nuclear alterations in root tip cells of allium cepa L. Induced by alprazolam. *Medical Archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 67(6), 388–392. <https://doi.org/10.5455/medarh.2013.67.388-392>
- Neliyanti, N. I. (2014). Ekstraksi dan Uji Stabilitas Zat Warna Alami dari Buah Lakum (*Cayratia trifolia* (L.) Domin). *Jurnal Kimia Khatulistiwa (JKK)*, 3(2), 30–37.

- Ngete, A. F., & Mutiara, R. I. F. (2020). Penggunaan Pewarna Alami Sebagai Upaya Meningkatkan Kualitas Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Tujuh Belas (Jurkes TB)*, 1(2), 130–135.
- Ni Putu Bella Trisna Dewi, Ni Made Ayu Suardani Singapurwa, & I Gede Pasek Mangku. (2020). Extraction and Stability of Natural Dyes From The skin of Red Dragon Fruit. *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 4(2), 130–141. <https://doi.org/10.22225/seas.4.2.2622.130-141>
- Nina Unzila; Siregar, Luthfi Azis ; Damanik, R. I. (2020). Identifikasi Karakter Morfologi Buah Naga (*Hylocereus* sp.) Di Kecamatan Sitinjo Kabupaten Dairi Sumatera Utara. *Jurnal Agroteknologi FP USU*, 6(4), 821–825.
- Ningrum, T. A., Tinneke L, S. V., & Boleng, D. T. (2021). Pengembangan Buku Suplemen Biologi Materi Keane karagaman Hayati Bersumber Keunggulan Lokal Daerah Pesisir. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 5(1), 602–607. <https://doi.org/10.58258/jisip.v5i1.1792>
- Nirmalasari, N., Aidah, R. S., Diputri, R. L. D., Widianti, S., Suryanda, A., Pusparini, F., Dewahrani, Y. R., & Rini, D. S. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Kotak Kromosom (KOKRO) Pada Materi Kromosom Kelas XII Sekolah Menengah Atas. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(1), 863–869. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i1.6145>
- Nisa', A. R., & Singke, J. (2018). Pengaruh Massa Mordan Tunjung Terhadap Hasil Pewarnaan Dengan Kulit Buah Asam (Sweettamarind) Menggunakan Teknik Tie Dye. *Jurnal Tata Busana*, 07(02), 41–47. <https://jurnal.mahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jurnal-tata-busana/article/view/24246>
- Nisa et al. (2024). Uji Ketahanan Preparat Jaringan Tumbuhan Menggunakan Pewarna Alami Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Kunyit (*Curcuma domestica* Val) Dengan Variasi Waktu Sebagai Sumber Belajar Biologi Dalam

- Bentuk Lkpd. 5(2), 23–32.
- Nouri, S., Sharif, M. R., & Sahba, S. (2015). The effect of ferric chloride on superficial bleeding. *Trauma Monthly*, 20(1), 7–10. <https://doi.org/10.5812/traumamon.18042>
- Novia Santi, I., Supartha Utama, I. M., & Bintang Madrini, I. A. G. (2021). Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimia Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose) Kering. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(1), 69–80. <https://doi.org/10.29244/jhi.12.1.69-80>
- Novianti, T., Si, S., & Biomed, M. (2020). *BIOLOGI SEL* (Issue Nca 103).
- Nuratika. et al. (2024). *Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Sebagai Pewarna Alami Dan Antioksidan Pada Sediaan Lip Cream*. 24(7), 28–42.
- NURCAHYO, H. (2019). Pengaruh Mordanting Dan Pemanasan Pada Pewarnaan Kain Dari Pewarna Alami Antosianin Ekstrak Maserasi Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Farmasi Galenika*, 6(3), 142–151.
- Nurfitri, Jamilah, J., Syahriani, S., & Syamsul, S. (2024). The development of website-based encyclopedia media on laboratory equipment material for laboratory engineering courses. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 9(2), 213–223. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v9i2.3847>
- Nurhayati, N. (2022). Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Ipa Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Ketrampilan Kerja Ilmiah. *Jurnal Literasiologi*, 8(1). <https://doi.org/10.47783/literasiologi.v8i1.351>
- Oktavianto, S. (2018). *Pengembangan Buku Suplemen Bahan Ajar Membaca Menulis Permulaan Kelas I Tema Diriku Sub Tema Tubuhku Sd Muhammadiyah Karangturi Bantul*. 4(1), 115–125.
- Oktianne. (2024). *Penggunaan Mordan Alam untuk Aplikasi Zat*

- Warna Alam dari Ekstrak Secang (Caesalpinia sappan L) pada Kain Kapas. November.*
- Pamungkas. (2018). *Kualitas Preparat Mitosis Allium Cepa Menggunakan Pewarna Ekstrak Kulit Ubi Jalar Ungu Dengan Variasi Pelarut Dan Lama Pewarnaan*. 14.
- Papadimitriou-Olivgeri, I., Brown, J. M., Kilpatrick, A. F. R., Gill, H. S., & Athanasou, N. A. (2019). Solochrome cyanine: A histological stain for cobalt-chromium wear particles in metal-on-metal periprosthetic tissues. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 30(9). <https://doi.org/10.1007/s10856-019-6304-0>
- Perwitasari, A. D., Darsono, T., & Purwaningtyas, S. A. (2017). Ekstraksi Kulit Buah Naga Sebagai Alternatif Zat Pewarna Alami Pada Lipstik. *Prosiding Seminar Nasional Fisika, VI*, 131–136.
- Pizzicato, B., Pacifico, S., Cayuela, D., Mijas, G., & Riba-Moliner, M. (2023). Advancements in Sustainable Natural Dyes for Textile Applications: A Review. *Molecules*, 28(16), 1–22. <https://doi.org/10.3390/molecules28165954>
- Pramitasari, R., & Angelica, N. (2020). Ekstraksi, Pengeringan Semprot, dan Analisis Sifat Fisikokimia Antosianin Beras Hitam (Oryza sativa L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(2), 83–94. <https://doi.org/10.17728/jatp.5889>
- Prasetyaningtyas, W., & Listiani, L. (2021). *The Effect of Mordan on The Color Depth of Silk Fabric Dyed with Rambutan (Nephelium Lappaceum) Peel Extract*. <https://doi.org/10.4108/eai.3-6-2021.2310930>
- Prima dan Asri. (2013). Pemanfaatan Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) Sebagai Pewarna Alami Makanan Pengganti Pewarna Sintetis. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 1(2), 75017. <https://doi.org/10.15294/jbat.v1i2.2545>
- Purwani, R., & Mustikasari, D. (2022). Pengembangan Buku Pengayaan Menulis Karangan Naratif yang Berwawasan

- Kesantunan Bagi Peserta Didik Kelas VII SMP. *Jurnal Bastrindo*, 3(1), 53–68. <https://doi.org/10.29303/jb.v3i1.380>
- Purwani, Y. (2024). Formulasi Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* Linnaeus, 1753) Dengan Mordan Besi (III) Klorida (FeCl₃) Sebagai Alternatif Pewarnaan Histologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758). *Jurnal Fakultas Teknologi*, 1(2), 117–120.
- Purwaniati, P., Arif, A. R., & Yuliantini, A. (2020). Analisis Kadar Antosianin Total Pada Sediaan Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*) Dengan Metode Ph Diferensial Menggunakan Spektrofotometri Visible. *Jurnal Farmagazine*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.47653/farm.v7i1.157>
- Pusat Kurikulum dan Perbukuan. (2018). *Panduan Pemilihan Buku Nonteks Pelajaran*. https://repository.kemdikbud.go.id/10407/1/Panduan_Pemilihan_Buku_Nonteks_Pelajaran.pdf
- Puspawati, G. A. K. D., Marsono, Y., Supriyadi, S., & Armunanto, R. (2019). Comparison of Sonication with Maceration on Antioxidant Potency of Anthocyanin and Karotenoid of Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.). *AgriTECH*, 38(3), 304. <https://doi.org/10.22146/agritech.28959>
- Putri. (2024). Analisis Pemasaran Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Studi Kasus: Desa Teratak Nagodang , Kecamatan Ujung Padang , Kabupaten Simalungun Skripsi Oleh : Putri Fadila Fakultas Pertanian Universitas Medan Area Medan.
- Rafif Permata Dwidewitra, M. Miftahul Huda, & Tuhu Agung Rachmanto. (2024). Pengaruh Konsentrasi Koagulan Terhadap Proses Pengolahan Air Di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumian, Ilmu Perkapalan*, 2(2), 145–153. <https://doi.org/10.61132/globe.v2i2.313>

- Rahayu, M., & Ataji, H. M. K. (2020). Perbandingan Larutan Buah Pinang Dan Daun Sirih Hijau Terhadap Kejelasan Preparat Hati Sebagai Alternatif Pewarna Alami Preparat Jaringan Sebagai Sumber Belajar Biologi. *01*(2), 38–58.
- Rahayu, M. S., Hasan, I., Asmendri, A., & Sari, M. (2023). Relavansi Kurikulum Dan Pembelajaran Dalam Pendidikan. *Dharmas Education Journal (DE_Journal)*, *4*(1), 108–118. <https://doi.org/10.56667/dejournal.v4i1.925>
- Rahayuningsih, S. R., Mayanti, T., & Gunawan, F. H. (2022). Sitotoksisitas dan Genotoksisitas Ekstrak N-Heksana dan Etanol Daun Api-Api (*Avicennia marina* (Forks.)Vierh) dengan Indikator Indeks Mitosis dan Aberasi Kromosom Akar Bawang (*Allium cepa* Linn.). *Journal of Marine Research*, *11*(3), 337–346. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.33725>
- Ramadhani, A. D. P., Nuzulina, K., Yulianto, A., & Prasetya Aji, M. (2017). Pigmen Antosianin Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai Tinta Organik. *Jurnal Fisika*, *7*(2), 50–54.
- Ramadhani, R., & Octarya, Z. (2017). Pemanfaatan Ekstrak Buah Senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) sebagai Alternatif Indikator Alami Titrasi Asam Basa dan Implementasinya dalam Praktikum di Sekolah. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Terapan*, *1*(1), 57. <https://doi.org/10.24014/konfigurasi.v1i1.4056>
- Ramelawati. (2017). Pengaruh Mordan Tawas Dan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Hasil Pencelupan Ekstrak Bawang Merah (*Allium ascalonium* L) Pada Bahan Sutera Ramelawati. *Garuda*, *11*.
- Ratnawati Gerta, dan, Negeri, S., Utara Poso, P., & Palu, P. (2021). Perbedaan Hasil Pewarna Alami dan Sintetis pada Benang dalam Pembuatan Sarung Sutra Mandar Differences Results of Natural and Synthetic Dye on Yarn in Mandar Silk Sarong Making. *Journal HomeEc (P-ISSN*,

- 16(1), 1907–5081.
- Rizky Bellyana Noermitha, Malik Musthofa, & Agus Haerudin. (2024). Pengaruh Jenis Mordan Dan Lama Waktu Pencelupan Terhadap Kualitas Warna Kain Batik Dengan Pewarnaan Alam Kulit Bawang Merah Menggunakan Proses Post-Mordanting. *Manufaktur: Publikasi Sub Rumpun Ilmu Keteknikan Industri*, 2(1), 46–62. <https://doi.org/10.61132/manufaktur.v2i1.177>
- Rohanah, R., Puspita, R. R., Wijaya, R. D., Pratiwi, R. D., & Hareva, J. A. (2023). Buah naga (*hylocereus polyrhizus*) dan buah bit (*beta vulgaris*) terhadap peningkatan kadar hemoglobin. *Holistik Jurnal Kesehatan*, 17(6), 465–472. <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i6.11800>
- Rohmah, A. M., Putriani, I., & Riana, D. D. (2021). Pengembangan Buku Suplemen Matematika (SUKA) untuk Penanaman Konsep Bangun Datar Siswa Sekolah Dasar. *Musamus Journal of Primary Education*, 4(1), 20–28. <https://doi.org/10.35724/musjpe.v4i1.3522>
- Rosadi, D. (2019). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Fiksasi Ethanol terhadap Kualitas Pewarnaan Papanicoloau Sediaan Bajah Hepar. *Poltekkes Kemenkes*, 2(1), 76–80.
- Sabeen, M., Mahmood, Q., Ahmad Bhatti, Z., Faridullah, Irshad, M., Bilal, M., Hayat, M. T., Irshad, U., Ali Akbar, T., Arslan, M., & Shahid, N. (2020). *Allium cepa* assay based comparative study of selected vegetables and the chromosomal aberrations due to heavy metal accumulation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(5), 1368–1374. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.12.011>
- Safitri, E. R., Raharjo, M., Saputra, A., Pandesha, F. L., & Islamia, N. (2022). The Role of Validation Expert in Improving the Quality of Material, Language and Visuals in the Development of Hybrid Learning Guides-Based on OBS Application. *Pedagogia*, 20(3), 181–190. <https://ejournal.upi.edu/index.php/pedagogia/article/view/52422>

- Sahraeni, S., & Rahim, H. (2018). Ekstraksi Antosianin Dari Kukit Buah Naga Merah Sebagai Pewarna Alami. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian, 2018*, 105–109.
- Salimi, Y. K., Rumape, O., & Najmah, N. (2023). Pemberdayaan Masyarakat dalam Mengenal Pewarna dan Pemanis Sintetik Berbahaya. *Damhil: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 22–29.
- Sandeep, W., Omkar, D., Harshada, M., Aaditi, P., Prajwal, G., Deepak, G., Nilesh, G., Ajay, K., & Mohan, K. (2021). *Evaluation of Phytochemical & Antimitotic Potential of Annona Reticulata Extracts by Onion Root Model*. 137. <https://doi.org/10.3390/ecsoc-24-08296>
- Sari, R. P., Endang Suriani, & Hikmah Adinda. (2022). Potensi Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) Sebagai Pewarnaan Alternatif Pengganti Eosin Pada Pewarnaan Papanicolaou Terhadap Sediaan Apusan Epitel Mulut Ayam. *JUKEJ: Jurnal Kesehatan Jompa*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.55784/jkj.vol1.iss1.103>
- Setyanto, H. A., Amin, M., Lestari, U., Biologi, P., & Malang, P. N. (2016). Pengembangan Buku Suplemen Pendekatan. *Jurnal Pendidikan*, 1(6), 1180–1184.
- Setyowati, A. (2014). Analisis Morfologi dan Sitologi Tanaman Buah Naga Kulit Kuning (*Selenicereus megalanthus*). *Fakultas Pertanian Sebelas Maret Surakarta*, 42(4), 1–27.
- Shihab Quraish, M. (2021). *Alkahfi Ayat 50 Shihab 76*.
- Sindi Cristina, A., Muhamad Irfan Taufan Asfar, A., Muhamad Iqbal Akbar Asfar, A., & Puspita Sari, T. (2023). Pengolahan Limbah Kulit Buah Naga Kombinasi Aloevera Menjadi Produk Ekonomis dan Estetis Berupa Liptint Organik Ramah Di Kantong Pada Kelompok Perempuan Desa Masago. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat, 2023*, 308–315. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm>

- Sunarya, R. R., Subarkah, C. Z., Purliantoro, D., Taskinlh, T., & Islamiati, F. N. (2024). The Effect of pH and Temperature on The Stability of Anthocyanins from Black Soybean Skin Extracts. *Al Kimiya*, 11(1), 77–83. <https://doi.org/10.15575/ak.v11i1.35861>
- Surianti, N. S. (2015). Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Ekstrak Pigmen Limbah Selaput Lendir Biji Terung Belanda (*Cyphomandra Beatacea S.*) Dan Aktivitas Antioksidannya. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 2(1), 1–10.
- Tirtasari, N. L., & Prasetya, T. (2020). Pengaruh Rasio Berat Bunga Telang (*Clitoria ternatea*. L) dan Volume Pelarut Asam Sitrat terhadap Pewarnaan Preparat Jaringan Tumbuhan. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(3), 201–204.
- Tyas, D. &. (2014). Jumlah dan panjang absolut kromosom bawang merah kultivar samas (*Allium Ascalonicum L. cv. Samas*). *Jurnal Agronomika*, 09(02), 237. <http://jurnal.uniba.ac.id/index.php/AGR/article/view/73>
- Wagiyanti, H., & Noor, R. (2017). Red dragon fruit (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.) peel extract as a natural dye alternative in microscopic observation of plant tissues: The practical guide in senior high school. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 3(3), 232–237. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v3i3.4843>
- Wahyuni, F., Basri, Z., & Bustami, M. U. (2013). Pertumbuhan Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) pada Berbagai Konsentrasi Benzilamino Purine dan Umur Kecambah secara In Vitro. *E-Journal Agrotekbis*, 4(3), 332–337.
- Wendersteyt, N. V., Wewengkang, D. S., & Abdullah, S. S. (2021). Uji Aktivitas Antimikroba Dari Ekstrak Dan Fraksi *Ascidian Herdmania Momus* Dari Perairan Pulau Bangka Likupang Terhadap Pertumbuhan Mikroba *Staphy loco*

- ccus aureus, Salmonella typhimurium dan Candida albicans. Pharmacon, 10(1), 706. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.32758>*
- Widiyatmika, K. P. (2015). Perspektif Pendidikan. *Pendidikan, 16*(2), 39–55.
- Widyastutik, Yunita, Hardani, Trida P, Sari, & Perwito D. (2022). Optimasi Perbandingan Pelarut dan Lama Maserasi terhadap Kadar Total Antosianin Ekstrak Jantung Pisang (*Musa acuminata x Musa balbisiana*) Optimization of Solvent Comparison and Maceration Duration to Total Anthocyanin Levels of inflorescence Extract (*Musa*). *Jurnal Farmasi Indonesia, 19*(2), 167–175. <http://journals.ums.ac.id/index.php/pharmacon>
- Winarto, B. (2011). Pewarnaan Kromosom dan Pemanfaatannya dalam Penentuan. *J. Hort, 21*(2), 113–123.
- Wulandari, A. S., & Wijaya, T. R. (2015). Analisis kromosom tanaman jati (*Tectona grandis Lf*) dengan metode pewarnaan. *Jurnal Silvikultur Tropika, 06*(1), 49–54.
- Yam, M. F., Tew, W. Y., Tan, C. S., Qiu, Q., Zhou, R., Wang, X., Yap, Y. P., Xu, W., Xu, W., & Teh, L. K. (2024). Antosianin dan Pemanfaatanya. *Hypertension Research, 47*(11), 3193–3199. <https://doi.org/10.1038/s41440-024-01907-0>
- Yan, X., Wu, Z., Wang, H., Zuo, Y., & Du, Z. (2024). Developing Adventitious Root Meristems Induced by Layering for Plant Chromosome Preparation. *International Journal of Molecular Sciences, 25*(21), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijms252111723>
- Yanty, Y. N., & Siska, V. A. (2018). Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Sebagai Antioksidan Dalam Formulasi Sediaan Lotio. *Jurnal Ilmiah Manuntung, 3*(2), 166–172. <https://doi.org/10.51352/jim.v3i2.123>
- Yati, M., Muhlisin, A., Muntaha, A., & Roebiakto, E. (2023). Kualitas Pewarnaan Sediaan Apusan Darah Metode

- Giemsa Menggunakan Alternatif Pewarna Buah Naga Pengencer Air Mineral. *Jurnal Karya Generasi Sehat*, 1(1). <https://doi.org/10.31964/jkgs.v1i1.66>
- Yohana Chaerunisaa, A., Milanda, T., Timur Maisyarah, I., Lestari, U., Kusuma Dewi, M., Mardiana, L., Erlanti, K., Farmasi Universitas Padjadjaran, F., Farmasi, J., Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, F., Jambi, U., Studi Farmasi, P., Farmasi, F., & Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, U. (2023). Sosialisasi Pemanfaatan Pewarna Alami Pada Pengolahan Kerupuk Lakar Di Umkm N&N Jatinangor. *Community Development Journal*, 4(5), 11147–11152.
- Yunita Sari, N. K. (2017). Struktur Morfologi Bunga Dan Anatomi Serbuk Sari Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Media Sains*, 1(2), 71–76. <https://doi.org/10.36002/jms.v1i2.264>
- Zheng, T., Lin, Y., Wang, L., Lin, Q., Lin, X., Chen, Z., & Lin, Z. (2019). De novo assembly and characterization of the floral transcriptomes of two varieties of *Melastoma malabathricum*. *Frontiers in Genetics*, 10(JUN). <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00521>
- Zidan, Z., & Bambang Supriatno, B. S. (2023). Analisis dan Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium Mitosis Akar Bawang Merah (*Allium cepa*) melalui Model ANCOR. *Biodik*, 9(3), 37–49. <https://doi.org/10.22437/biodik.v9i3.25469>

LAMPIRAN

Lampiran 1

LEMBAR OBSERVASI ANALISIS KEBUTUHAN PENGEBANGAN BUKU SUPLEMEN

LAMPIRAN

Lampiran 1

LEMBAR OBSERVASI ANALISIS KEBUTUHAN PENGEBANGAN BUKU SUPLEMEN

Lokasi observasi

1. Kelas ~~XIA~~ SMA Negeri 7 Semarang
2. Perpustakaan SMA Negeri 7 Semarang

Tanggal Observasi : 25 Februari 2025

Nama Pengamat : Hidayatus Sholihah

Petunjuk : Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan hasil pengamatan Anda. Gunakan kolom catatan untuk memberikan keterangan lebih lanjut

Bagian 1 : Observasi di kelas ~~XIA~~

No	Indikator	Hasil Pengamatan	
		Iya	Tidak
1	Terdapat bahan ajar tambahan yang digunakan selain buku paket dan LKS	✓	
2	Peserta didik menggunakan bahan ajar tambahan biologi	✓	
3	Terdapat bahan ajar tambahan berupa buku suplemen yang digunakan selama proses pembelajaran biologi	✓	
4	Terdapat buku suplemen yang memuat materi tentang mitosis	✓	
5	Guru menyebutkan sumber belajar selain buku teks paket dan LKS misalnya buku suplemen, artikel	.	✓

Bagian 2 : Observasi Di Perpustakaan

No	Indikator	Hasil	
		Pengamatan	WYA
1	Terdapat sumber bahan ajar tambahan berbentuk media cetak selain buku paket dan LKS biologi yang membahas tentang mitosis		✓
2	Terdapat buku-buku yang membahas tentang pewarna alami untuk persiapan mikroskopis.		✓
3	Terdapat koleksi artikel ilmiah atau jurnal yang berkaitan dengan pewarnaan preparat mitosis menggunakan pewarna alami.		✓
4	Terdapat koleksi hasil laporan penelitian atau karya ilmiah yang lain baik guru atau peserta didik yang berkaitan dengan biologi sel	✓	
5	Terdapat buku-buku yang membahas tentang teknik pembuatan preparat mikroskopis		✓

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BUKU SUPLEMEN

Nama : Akilla
Kelas : XIA
Mata Pelajaran : Biologi
Tanggal Pengisian : 24 September 2024

A. PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

1. Angket terdiri dari 15 pertanyaan. Pertimbangkan dengan baik setiap pernyataan, berikan jawab yang sesuai dengan keadaan diri sendiri.
2. Setiap butir pertanyaan berikan tanda cek (✓) pada jawaban yang terpilih. Jika pernyataan sesuai dengan keadaan proses anda selama belajar, maka berikan tanda cek (✓) pada kolom tanggapan **Iya**, dan jika pernyataan tidak sesuai dengan keadaan proses anda selama belajar maka berikan tanda cek (✓) pada kolom tanggapan **Tidak**.
3. Anda boleh memberikan jawaban lebih dari satu pilihan jawaban pada pertanyaan nomor **3 dan 4**
4. Dalam pengisian angket ini, tidak akan mempengaruhi nilai biologi anda, atas bantuannya terima kasih.

B. PENILAIAN

1. Apakah Anda menyukai pelajaran biologi?

Ya

Tidak

2. Apakah Anda mengalami kesulitan dalam belajar biologi khususnya pada materi genetika dan pembelahan sel?

Ya

Tidak

3. Bahan ajar apa yang digunakan Guru Anda dalam pembelajaran biologi?

[pilihan bisa lebih dari Satu]

Buku teks

LKS

E-modul

Buku siswa

Buku guru

E-book

4. Berdasarkan pengalaman Anda, metode pembelajaran yang sering digunakan Guru dalam pembelajaran biologi? [pilihan bisa lebih dari Satu]

Ceramah

Diskusi

Presentasi

Demonstrasi

Projek

5. Apakah Anda menyukai pembelajaran yang penjelasanya bersifat teoritis?

Ya

Tidak

6. Apakah Anda pernah melihat buku suplemen yang berbasis penelitian?

Ya

Tidak

7. Apakah Anda pernah menggunakan buku suplemen sebagai sumber belajar tambahan di kelas?

Ya

Tidak

8. Apakah Anda mengetahui bahwa warna kulit buah naga merah dapat dijadikan pewarna alami preparat yang dapat membantu dalam proses pembelajaran biologi?

Ya

Tidak

9. Apakah Anda ingin mengetahui lebih banyak tentang manfaat pigmen antosianin yang terdapat dalam kulit buah naga merah?

(✓) Ya

() Tidak

10. Apakah menurut Anda perlu adanya buku suplemen yang membahas penggunaan ekstrak kulit buah naga merah dalam pembelajaran biologi?

(✓) Ya

() Tidak

11. Apakah Anda percaya bahwa pengetahuan tentang bahan alami seperti kulit buah naga merah dapat memperkaya wawasan Anda di bidang biologi?

(✓) Ya

() Tidak

12. Apakah Anda mendukung adanya buku suplemen ini sebagai bagian dari upaya meningkatkan wawasan siswa tentang pemanfaatan bahan alami dalam sain?

(✓) Ya

() Tidak

13. Apakah Anda tertarik untuk belajar tentang cara mengekstrak pewarna alami dari bahan-bahan yang ada di sekitar?

Ya

Tidak

14. Apakah Anda tertarik belajar konsep biologi menggunakan buku suplemen berbasis penelitian laboratorium?

Ya

Tidak

15. Apakah Anda setuju bahwa pengembangan buku suplemen ini dapat membantu sekolah dalam menyediakan sumber belajar yang inovatif dan ramah lingkungan?

Ya

Tidak

Lampiran 3

LEMBAR WAWANCARA ANALISIS KEBUTUHAN GURU
Lembar Wawancara Terkait Pengembangan LKPD
Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik
SMA / MA

Nama Guru : Ibu Lili
 Nama Sekolah : SMA Negeri 7 Semarang
 Mapel yang Diampu : Biologi
 Tanggal Pengisian : 7 Sepetember 2024

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah di sekolahan Bapak/Ibu Guru saat ini sudah menerapkan kurikulum merdeka?	Iya, SMA Negeri 7 Semarang sudah menerapkan kurikulum merdeka sejak tahun 2022
2	Apakah di sekolahan Bapak/Ibu Guru pernah mengikuti <i>Workshop</i> pengimplementasian kurikulum merdeka dalam mata pelajaran biologi?	Iya, kegiatan <i>Workshop</i> wajib diikuti oleh semua guru di SMA Negeri 7 Semarang
3	Apakah media yang selama ini Bapak/Ibu Guru gunakan sudah cukup untuk memenuhi pemahaman siswa pada mata pelajaran biologi?	Belum, karena kami sebagai Guru sampai saat ini masih mengandalkan buku paket dan LKS saja untuk proses pembelajaran
4	Apa saja metode yang Bapak/Ibu Guru gunakan dalam proses pembelajaran biologi di kelas?	Metode yang sering digunakan yaitu diskusi kelompok dan juga ceramah khusus untuk materi yang butuh penjelasan yang lebih lanjut seperti

		materi genetika, metabolisme, sistem hereditas
5	Apa saja bahan ajar yang selama ini Bapak/Ibu Guru gunakan dalam proses pembelajaran biologi?	LKS dan Buku Paket
6	Dari mana bahan ajar yang Bapak/Ibu Guru gunakan?	Dari pihak sekolah
7	Apa strategi yang selama ini Bapak/Ibu Guru gunakan untuk menunjang proses pembelajaran biologi?	Strateginya berupa kegiatan diskusi dan tanya jawab
8	Apakah Bapak/Ibu pernah mengetahui bahan ajar berupa buku suplemen?	Iya pernah
9	Apakah di sekolah Bapak/Ibu sudah ada buku suplemen?	Sudah ada tapi mata pelajaran PKWU
10	Apakah di Sekolah tersedia buku ajar berupa buku suplemen pembelajaran biologi yang berbasis penelitian di sekolah tempat Bapak/Ibu Guru mengajar?	Belumada sama sekali
11	Menurut pendapat Bapak/Ibu Guru, apakah peserta didik mengalami kesulitan pada materi genetika dan pembelahan sel?	Iya, karena genetika dan pembelahan sel termasuk pengetahuan yang abstrak dan perlu dibuktikan untuk dibuktikan secara nyata
12	Apakah selama ini sudah ada sumber bahan ajar yang mengintegrasikan konsep biologi misalnya konsep pemebahan sel dengan pemanfaatan limbah organik untuk proses pembelajaran biologi?	Belum pernah ada, selama ini peserta didik dan guru hanya berfokus pada buku paket dan LKS yang ada di sekolah
13	Apakah menurut Bapak/Ibu, pengembangan buku suplemen yang membahas penggunaan pewarna alami dari kulit buah naga merah	Sangat relevan, sekali

	sebagai pewarna preparat mitosis relevan untuk menambah wawasan siswa?	
14	Apakah pihak sekolah mendukung pengembangan buku suplemen baru untuk memperkaya sumber belajar biologi di SMA Negeri 7 Semarang?	Sangat mendukung s
15	Apakah Bapak/Ibu Guru senang jika tersedia bahan ajar tambahan berupa buku suplemen berbasis penelitian di laboratorium yang dapat menambah wawasan peserta didik?	Iya sangat senang dan berharap dengan adanya buku suplemen terutama yang berbasis penelitian untuk konsep materi abstrak seperti genetika dapat menambah wawasan peserta didik

Lampiran 4

INSTRUMEN VALIDASI AHLI MIKROTEKNIK

INSTRUMEN PENILAIAN VALIDATOR PREPARAT

Peneliti Nim	Hidayatus Sholihah : 2108086111 Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (<i>Allium cepa</i>) Untuk Sumber Belajar Biologi				
Dosen Pembimbing	1. Arifah Purnamaningrum, M.Sc 2. Dr. Ruswan, MA				
A. Validator					
Validator NIP Instansi	Hafidha Asni Akmalia, M. Sc. : 198908212019032013 : UIN Walisosongo Semarang				
Hari, Tanggal	2 Juni 2025				
B. Petunjuk Pengisian					
<ol style="list-style-type: none"> Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap Buku Suplemen yang berbasis penelitian di laboratoriumberdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar. 					
Tabel 1. Kejelasan Preparat					
No	Aspek	Kriteria	Indikator		
			1	2	3
1	Kejelasan preparat	Preparat yang diamati terlihat jelas di bawah mikroskop.			✓
		Nukleus pada preparat dapat diamati tanpa kesulitan.			✓
		Tidak terdapat bagian yang kabur pada preparat			✓

Sumber : Diadaptasi Agiyanti dan Nor (2017) dan dimodifikasi peneliti

CS Dipindai dengan CamScanner

4C.

INSTRUMEN PENILAIAN VALIDATOR PREPARAT

Peneliti : Hidayatus Sholihah
 Nim : 2108086111
 Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Variasi Koncentrasi Mordian Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa*) Untuk Sumber Belajar Biologi
 Dosen : 1. Arifah Purnamuningrum, M.Sc
 Pembimbing : 2. Dr. Ruswan, MA

A. Validator

Validator : Hafidha Asni Akmalia, M. Sc.
 NIP : 198908212019032013
 Instansi : UIN Walisongo Semarang
 Hari, : 2 Juni 2025
 Tanggal

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesedianan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap Buku Suplemen yang berbasis penelitian di laboratorium berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan.
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar.

Tabel 1. Kejelasan Preparat

No	Aspek	Kriteria	Indikator			
			1	2	3	4
1		Preparat yang diamati terlihat jelas di bawah mikroskop.				✓
2	Kejelasan preparat	Nukleus pada preparat dapat diamati tanpa kesulitan.				✓
3		Tidak terdapat bagian yang kabur pada preparat				✓

Sumber : Diadaptasi Agiyanti dan Nor (2017) dan dimodifikasi peneliti

Tabel 2. Kekontrasan Pewarnaan Preparat

No	Aspek	Kriteria	Skor			
			1	2	3	4
1	Kekontrasan warna	Pewarnaan pada preparat memberikan kontras yang baik.				✓
2		Warna yang digunakan memudahkan identifikasi struktur sel				✓
3		Tidak ada bagian yang terlalu gelap atau terlalu terang pada preparat ketika diamati dibawah mikroskop				✓

Sumber : Diadaptasi Agiyanti dan Nor (2017) dan dimodifikasi peneliti

Tabel 3. Kelayakan Preparat

No	Aspek	Kriteria	Indikator			
			1	2	3	4
1	Identitas Preparat	Label tentang identitas preparat lengkap dan jelas				✓
2	Gelembung udara	Tidak ada gelembung udara yang mengganggu			✓	
3	Keakuratan materi	Terdapat fase mitosis pada satu lapis pandang preparat				✓
4	Posisi preparat	Posisi preparat pada slide berada di tengah dan tidak berserseperti ketika diamati				✓

Sumber : Diadaptasi dari Ahmad *et al* (2013) dan dimodifikasi peneliti

C. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

Bapak / Ibu Dosen dimohon untuk memberikan saran dan kritik yang dapat membangun penelitian pada kotak saran dan kritik dibawah ini :

LAMPIRAN 5

Kisi Kisi Intrumen Penilaian Kejelasan dan Kekontrasan Pewarnaan Preparat

Kisi-kisi instrumen penilaian kejelasan preparat

No	Aspek	Indikator	Kriteria	Skor
1	Kejelasan	Preparat yang diamati terlihat jelas di bawah mikroskop.	Preparat terlihat sangat kabur dan sulit diamati	1
			Preparat kurang jelas, agak sulit diamati	2
			Preparat cukup jelas, bisa diamati	3
			Preparat sangat jelas dan mudah diamati	4
2		Struktur sel pada preparat dapat diamati tanpa kesulitan	Nukleus sel hampir tidak terlihat atau sangat kabur	1
			Nukleus sel terlihat kurang jelas	2
			Nukleus sel terlihat cukup jelas	3

			Nukleus sel terlihat sangat jelas dan detail	4
3		Tidak terdapat bagian yang kabur pada preparat	Banyak bagian preparat yang kabur dan tidak fokus	1
			Beberapa bagian kabur	2
			Hanya sedikit bagian kabur	3
			Tidak ada bagian kabur, semua fokus jelas	4

Keterangan :

1. Setiap pernyataan validator menilai kejelasan preparat dengan pemberian skor 1-4
2. Hasil penilaian berupa

$$\text{Percentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah total skor}} \times 100\%$$

Pengukuran data tentang kejelasan preparat secara kuantitaif dapat di ubah menjadi data kualitatif dengan menggunakan kriteria penilaian kejelasan preparat menurut Wagiyanti dan Nor (2017)

Kriteria Kejelasan Preparat

Kriteria Penilaian	Kategori
81,00% - 100,00%	Sangat jelas/Sangat Kontras
61,00% - 80,00%	Jelas/Kontras
26,00% - 60,00%	Kurang Jelas/Kurang Kontras
< 25,00%	Tidak Jelas/ Tidak Kontras

**Kisi-kisi instrumen penilaian kekontrasan pewarnaan
preparat**

N o	Aspek	Indikator	Indikator	Skor
1	Kekontrasan	Pewarnaan sangat kontras, semua bagian sel terlihat jelas dan berbeda	Pewarnaan sangat kontras, semua bagian sel terlihat jelas dan berbeda	4
			Pewarnaan cukup kontras, sebagian besar bagian terlihat jelas	3
			Pewarnaan kurang kontras, beberapa bagian sulit dibedakan	2
			Pewarnaan sangat kurang kontras, bagian sel sulit dibedakan	1
2		Warna yang digunakan memudahkan identifikasi struktur sel	Warna yang digunakan memudahkan identifikasi struktur sel	4
			Jenis pewarna yang digunakan cukup memudahkan identifikasi struktur sel	3
			Jenis pewarna yang digunakan kurang untuk memudahkan identifikasi struktur sel	2
			Jenis pewarna yang digunakan menyulitkan identifikasi struktur sel	1

3		Tidak ada bagian yang terlalu gelap atau terlalu terang pada preparat ketika diamati dibawah mikroskop	Tidak ada bagian yang terlalu gelap atau terang, pewarnaan merata	4
			Sedikit bagian terlalu gelap atau terang	3
			Beberapa bagian terlalu gelap atau terang	2
			Banyak bagian terlalu gelap atau terlalu terang sehingga mengganggu pengamatan	1

Keterangan :

3. Setiap pernyataan validator menilai kejelasan preparat dengan pemberian skor 1-4
4. Hasil penilaian berupa

$$\text{Percentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah total skor}} \times 100\%$$

Pengukuran data tentang kejelasan preparat secara kuantitaif dapat di ubah menjadi data kualitatif dengan menggunakan kriteria penilaian kejelasan preparat menurut Wagiyanti dan Nor (2017)

Kriteria Kejelasan Preparat

Tabel 3.2 Kriteria Kejelasan Preparat

Kriteria Penilaian	Kategori
81,00% - 100,00%	Sangat jelas/Sangat Kontras

61,00% - 80,00%	Jelas/Kontras
26,00% - 60,00%	Kurang Jelas/Kurang Kontras
< 25,00%	Tidak Jelas/ Tidak Kontras

Sumber : (Ahmad *et al*,2013 : Wagiyanti & Noor, 2017)

Kisi-kisi instrumen penilaian kelayakan preparat

No	Aspek	Indikator	Kriteria	Skor
1	Identitas Preparat	Label persiapan lengkap dan jelas	Terdapat 5 keterangan lengkap yang berkaitan tentang jenis preparat, nama objek preparat, jenis pewarna/pelarut, tanggal dan waktu pembuatan preparat	4
			Terdapat 4 keterangan yang berkaitan tentang preparat	3
			Terdapat 3 keterangan yang berkaitan tentang preparat	2
			Terdapat hanya 2 atau 1 saja keterangan yang berkaitan tentang preparat	1
2	Gelembung udara	Tidak ada gelembung udara yang	Tidak ada gelembung udara dalam proses pengamatan preparat	4

		mangan ggu	ada sedikit gelembung udara dalam proses pengamatan preparat	3
			Ada beberapa gelembung udara mengganggu	2
			Ada banyak gelembung udara dalam proses pengamatan preparat	1
3	Keakurata n materi	Terdapat fase mitosis pada satu lapang pandang preparat	Terdapat fase mitosis dan dapat mengidentifikasi dengan jelas fase tersebut	4
			Terdapat fase mitosis dan dapat mengidentifikasi namun kurang jelas fase tersebut	3
			Terdapat fase mitosis namun tidak dapat mengidentifikasi secara spesifik fase tersebut	2
			Tidak terdapat fase mitosis dan tidak dapat mengidentifikasi fase tersebut	1
4	Posisi preparat	Posisi preparat pada slide berada di tengah	Posisi preparat pada slide berada di tengah dan tidak bergeser ketika diamati	4

		dan tidak bergeser ketika diamati	Preparat cukup stabil	3
			Preparat agak bergeser	2
			Posisi preparat pada slide tidak berada di tengah dan bergeser ketika diamati	1

Keterangan :

5. Setiap pernyataan validator menilai kejelasan preparat dengan pemberian skor 1-4
6. Hasil penilaian berupa

$$\text{Percentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah total skor}} \times 100\%$$

Pengukuran data tentang kelayakan preparat secara kuantitaif dapat di ubah menjadi data kualitatif dengan menggunakan kriteria penilaian kelayakan preparat menurut Ahmad *et al*, (2013)

Kriteria Kejelasan Preparat

Kriteria Penilaian	Kategori
81,25% - 100,00%	Sangat layak
62,50% - 81,24%	Layak
43,75% - 62,49%	Kurang layak
< 25,00%	Tidak layak

Sumber : (Budiono, 2014)

Lampiran 6

Hasil Analisis Angket Kebutuhan Pengembangan Buku**Suplemen SMA Negeri 7 Semarang**

Nama Siswa	Angka Persentase Kebutuhan
Abimanyu	79%
Adrian	79%
Agna	75%
Aisyah	71%
Akbar	71%
Akilla	89%
Alya	86%
Arinda	82%
Daffa	82%
Dani	64%
Dava	71%
Dendy	79%
Dika	71%
Faisal	71%
Farel putra	75%
Febrisa	75%
Fiala	86%
Habib azka	64%
Indah	79%
Karenina	82%
Kusuma Ningrum	75%
Maulana shiva	75%
Nadindra	79%
Naila Sabrina	86%
Nico putra	86%
Prety	79%
Rafa	75%
Rafeyfa	61%
Rafif	61%
Rakha	71%
Rasya	71%
Rayna	71%
Rifani	68%
Yasmin	79%
Zurayda	82%

Keterangan :

80% - 100%	= Sangat Baik	40% - 59% = Cukup
60% - 70%	= Baik	0% - 39% = Sangat Kurang

Lampiran 7

INSTRUMEN VALIDASI AHLI MATERI

Lampiran . Instrumen Validasi Materi Buku Bahan Ajar

INSTRUMEN VALIDASI AHLI MATERI**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus* L.) DAN VARIASI KONSENTRASI MORDAN SEBAGAI PEWARNA ALAMI PREPARAT MITOSIS AKAR BAWANG (*Allium cepa* L) UNTUK SUMBER BELAJAR BIOLOGI**

Peneliti : Hidayatus Sholihah
 Nim : 2108086111
 Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa* L) Untuk Sumber Belajar Biologi
 Dosen : 1. Arifah Purnamaningrum, M.Sc
 Pembimbing : 2. Dr. Ruswan, MA

A. Validator

Validator : Dr. Siti Mukhlisoh Setyawati, M. Si
 NIP : 197611172009122001
 Instansi : UIN Walisongo Semarang
 Hari : 18 Juni 2025
 Tanggal

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap Buku Suplemen yang berbasis penelitian di laboratorium berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan.
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
3. Penilaian terhadap validitas buku suplemen

Pilihan Kategori	Skor
Sangat setuju/ sangat jelas/ sangat baik/ sangat menarik	4
Setuju/ jelas/ baik/ menarik	3
Tidak setuju/ tidak jelas/ tidak baik/ tidak menarik	2
Sangat tidak setuju/ sangat tidak jelas/ sangat tidak baik/ sangat tidak menarik	1

- Setelah mengisi kolom penilaian, dimohon Bapak/Ibu memberikan komentar dan saran mengenai buku suplemen yang telah dikembangkan.
- Setelah pengisian selesai, dimohon Bapak/Ibu mengisi penilaian umum dengan memilih pilihan yang sesuai mengenai pendapat Bapak/Ibu terhadap validitas buku suplemen

C. Validasi Materi

a. Kelayakan buku suplemen

No	Aspek yang dinilai	Skor			
		1	2	3	4
Kelayakan Tata Bahasa					
1	Kejelasan penggunaan kalimat dan istilah yang digunakan dalam materi				✓
2	Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien			✓	
3	Penggunaan bahasa secara komunikatif dan interaktif			✓	
4	Penggunaan bahasa sesuai dengan PUEBII			✓	
Komentar dan Saran					
<i>Judah diperbaiki</i>					
Kelayakan Penyajian Isi Bahan Ajar					
5	Materi yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran				✓
6	Materi disajikan secara rurut dan mudah dipahami siswa			✓	
7	Ilustrasi yang digunakan tepat dan sesuai dengan materi			✓	
8	Informasi tambahan dalam bahan ajar dapat membantu peserta didik untuk menambah konsep baru			✓	
Komentar dan Saran					
<i>Budah baik joker Gambar shala diperlukan u/ mikroskopik</i>					

b. Kebenaran Konsep pada Bahan Ajar

No	Aspek yang Dinilai	Skor							
		1	2	3	4				
Bab 1 Konsep Sel									
A. Pengertian dan Prinsip									
1	Perkembangan teori sel			✓					
2	Pengertian dan macam-macam organel sel			✓					
3	Pengertian, fungsi dan prinsip kromosom				✓				
Komentar dan Saran		Sumber pustaka yg ditulis perlu dituliskan							
<i>Oleh</i>									
Bab 2 Transport Membran									
4	Pengertian mekanisme transpor membran secara umum			✓					
5	Pengertian difusi			✓					
6	Pengertian osmosis			✓					
7	Pengertian transpor aktif			✓					
Komentar dan Saran									
Bab 3 Pembelahan sel									
8	Pengertian pembelahan amitosis			✓					
9	Contoh pembelahan amitosis			✓					
10	Pengertian pembelahan mitosis			✓					
11	Penjelasan ciri setiap fase pada pembelahan mitosis			✓					
13	Pengertian pembelahan meiosis			✓					
14	Penjelasan ciri setiap fase pada pembelahan mitosis			✓					

Komentar dan Saran			
<p>Penyertian data (terutama gambar) dan penyajian metode pengamatan mitosis, lebih menarik.</p>			
Ekstraksi dan Pembuatan Preparat			
15	Kejelasan pembuatan ekstrak dan pengamatan preparat mitosis akar bawang merah		✓ <i>ya</i>
16	Kejelasan ilustrasi gambar pada hasil proses ekstraksi dan pewarnaan preparat		✓
17	Kejelasan proses pembuatan preparat mitosis akar bawang merah		✓
Komentar dan Saran			
<p>Penyajian untuk propesi pembuktian dibuat lebih menarik.</p>			
Informasi Tambahan			
18	Kejelasan informasi baru tentang pemanfaatan ekstrak kulit buah naga sebagai pewarna alami		✓
19	Informasi baru tentang kegunaan tawas sebagai mordiran pewarna alami		✓
Komentar dan Saran			
<p>Terkait pengembangan halte Morden & Ethical Unit Tawas > tanar skg morden .</p>			

Sumber : Khofifah, 2024 dan diadaptasi oleh peneliti

D. Penilaian Umum
 Buku Suplemen tentang Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah dan Variasi Konsentrasi Morden Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang Untuk Sumber Belajar Biologi :

- Dapat digunakan tanpa revisi
- Dapat digunakan dengan revisi kecil
- Dapat digunakan dengan revisi besar
- Tidak dapat digunakan

Semarang , Juni 2025
 Validator


 Dr. Siti Mukhlisoh Setyawati, M. Si

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 8

INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MEDIA**INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MEDIA PEMBELAJARAN**

Peneliti : Hidayatus Sholihah
 Nim : 2108086111
 Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Variasi Konsentrasi Mordian Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa*) Untuk Sumber Belajar Biologi
 Dosen : 1. Arifah Purnamaningrum, M.Sc
 Pembimbing : 2. Dr. Ruswan, MA

A. Validator

Validator : Elina Lestariyanti, M. Pd.
 NIP : 199106192019032022
 Instansi : UIN Walisongo Semarang
 Hari, Tanggal : Selasa, 10 Juni 2025

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap Buku Suplemen yang berbasis penelitian di laboratorium berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan.
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar.

No	Pernyataan	Penilaian			
		1	2	3	4
Konsistensi					
1	Desain cover, isi dan penutup merupakan kesatuan yang utuh				✓
2	Penggunaan simbol, tambahan elemen dan gambar yang ajek dari awal sampai akhir			✓	
3	Kerangka pembelajaran dalam buku suplemen sistematis satu dengan lain sama (tujuan pembelajaran,				✓



	uraian materi, rangkuman, glosarium, indeks, dan daftar referensi)			
Format				
4	Buku suplemen mengikuti standar ISO (A4)		✓	
5	Menggunakan variasi huruf (bold, italic, capital, small capital) guna mempertegas tulisan.			✓
6	Menggunakan tidak lebih dari dua jenis huruf agar tidak mengganggu tampilan			✓
7	Setiap paragraf diawali dengan tulisan yang menjorok ke dalam.			✓
8	Angka halaman urut dan pemanfaatannya sesuai dengan pola tata letak (tengah bawah)			✓
Daya Tarik				
9	Ilustrasi atau gambar dapat menggambarkan isi (materi) yang dituliti			✓
10	Ilustrasi atau gambar sesuai dengan realita sehingga tidak menimbulkan salah Paham			✓
11	Penempatan ilustrasi atau gambar tidak mengganggu teks isi buku suplemen		✓	

Sumber : Adaptasi dari Sendi *et al.* (2022) dan dimodifikasi oleh peneliti

C. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

Bapak / Ibu Dosen dimohon untuk memberikan saran dan kritik yang dapat membangun penelitian pada kotak saran dan kritik dibawah ini :

Penetkan gambar agar lebih rapi. Tidak boleh ada gambar yg dominan yg tidak ideal (terlalu kecil, ukurannya terlalu memanjang, dsb)

D. INDIKATOR PENILAIAN

Penilaian menggunakan skala likert untuk menganalisis hasil validasi produk yang dilakukan validator. Adapun perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :



$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah total skor}} \times 100\%$$

Selanjutnya persentase validitas yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori validitas berdasarkan tebl sebagai berikut :

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01% - 100,00%	Sangat valid atau dapat digunakan tanpa revisi
70,01% - 80,00%	Cukup valid atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil
50,01% - 70,00%	Kurang Valid, disarankan tidak digunakan karena perlu revisi besar
01,00% - 50,00%	Tidak valid atau tidak dapat dipergunakan

Sumber : (Akbar,2013)

E. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian lembar angket kebutuhan siswa terkait dengan pengembangan buku suplemen untuk meningkatkan kemampuan berkomunikasi siswa dalam materi genetika, maka lembar angket untuk siswa tersebut dinyatakan :

1. Layak digunakan uji coba tanpa adanya revisi
2. Layak digunakan uji coba dengan adanya revisi
3. Tidak layak digunakan untuk uji coba

Mohon diberi tanda silang (x) pada nomor diatas, sesuai dengan hasil kesimpulan Bapak/ Ibu Dosen.

Semarang, 10.- Juni - 2026
Validator

Elina Lestariyanti M. Pd.c.

Lampiran 9

**ANGKET RESPON PESERTA DIDIK
SMA/ MA TERHADAP BAHAN AJAR BUKU SUPLEMEN
BERBASIS PENELITIAN**

Nama : _____

Kelas : _____

Mata Pelajaran : _____

Tanggal Pengisian : _____

A. PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

1. Angket terdiri dari 15 pertanyaan. Pertimbangkan dengan baik setiap pernyataan, berikan jawab yang sesuai dengan keadaan diri sendiri.
2. Dalam pengisian angket ini, tidak akan mempengaruhi nilai biologi anda, atas bantuannya terima kasih.

B. PENILAIAN

No	Pernyataan	Penilaian			
		1	2	3	4
Materi					
1	Buku suplemen yang berbasis penelitian memuat pemahaman baru yang belum pernah diajarkan dalam pembelajaran di dalam kelas				
2	Materi yang disajikan dalam buku suplemen dapat membantu peserta didik untuk				

	menambah wawasan dan pengetahuan				
3	Buku suplemen berbasis penelitian dapat membantu peserta didik menemukan konsep materi baru diluar materi utama dalam buku paket dan LKS				
Tampilan					
4	Tampilan buku suplemen menarik				
5	Pemilihan corak warna pada setiap elemen buku suplemen sangat kontras dan menarik				
6	Gambar yang disajikan dalam buku suplemen yang berbasis penelitian jelas dan dapat dipahami				
7	Gambar dalam buku suplemen dapat menarik minat membaca peserta didik				
8	Cover pada buku suplemen sesuai dengan materi yang disajikan di dalamnya				
9	Penulisan topik pada buku suplemen ditulis dengan huruf kapital				
Keterbacaan					

10	Susunan kalimat pada buku suplemen mudah dipahami				
11	Keterkaitan antar paragraf pada materi buku suplemen mudah dipahami				
12	Penggunaan tanda baca yang tepat sesuai dengan fungsinya				
Bahasa					
13	Bahasa yang digunakan dalam buku suplemen mudah dipahami				
14	Bahasa yang digunakan dalam buku suplemen sesuai dengan pedoman EYD				
15	Bahasa yang digunakan dalam buku suplemen mudah dibaca				

Sumber : Adaptasi dari Devi (2015) dan dimodifikasi oleh peneliti

Lampiran 10

**RUBRIK DAN KISI KISI INSTRUMEN PENILAIAN ANGKET
RESPON PESERTA DIDIK PADA PENGEMBANGAN BUKU
SUPLEMEN SMA/ MA**

Instrumen ini digunakan untuk mengukur respon peserta didik SMA/MA terhadap bahan ajar buku suplemen berbasis penelitian.

Tabel rubrik dan kisi kisi penilaian respon peserta didik

No	Kriteria Penilaian	Butir	Skor 4	3	2	1
1	Kejelasan Materi	1,2,3	Peserta didik merasa materi sangat jelas, mudah dipahami tanpa kesulitan	Peserta didik merasa materi jelas, mudah dipahami tanpa kesulitan	Peserta didik merasa materi kurang jelas, kurang mudah dipahami	Peserta didik merasa materi tidak jelas, sulit dipahami
2	Tampilan	4,5,6 ,7,8, 9	Peserta didik merasa sangat tertarik dan antusias	Peserta didik merasa tertarik dan antusias	Peserta didik merasa kurang tertarik dan antusias	Peserta didik merasa tidak tertarik dan antusias

3	Keterbacaan dan bahasa	13,14,15	Peserta didik merasa bahasa dan keterkaitan antar kalimat sangat mudah dipahami	Peserta didik merasa bahasa dan keterkaitan antar kalimat mudah dipahami	Peserta didik merasa bahasa dan keterkaitan antar kalimat kurang mudah dipahami	Peserta didik merasa bahasa dan keterkaitan antar kalimat susah dipahami
---	------------------------	----------	---	--	---	--

Keterangan : (Khofifah, 2024) (Merta sari et al., 2022)

1. Hasil penilaian berupa dihitung menggunakan rumus
2. Hasil uji coba dihitung menggunakan rumus

$$Vp = \frac{Tsp}{Tsh} \times 100$$

Keterangan :

Vp = Skor Validasi

Tsp = Total Skor Empiris

Tsh = Total Skor Maksimal

Kemudian nilai yang diperoleh dianalisis dan dikategorikan untuk mengetahui tingkat validitas sesuai kriteria berikut :

Tabel 3.3 Kriteria validitas

No	Tingkat Pencapaian	Kriteria
1	85,01% - 100,00%	Sangat Valid
2	70,01% - 85,00%	Valid
3	50,01% - 70,00%	Kurang Valid
4	01,00% - 50,00%	Tidak Valid

(Sumber : Sa'dun, 2013)

Lampiran 11

**VALIDASI ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADA
KEBUTUHAN PENGEMBANGAN
BUKU SUPLEMEN YANG BERBASISI PENELITIAN DI
LABORATORIUM**

**VALIDASI ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADA KEBUTUHAN
PENGEMBANGAN
BUKU SUPLEMEN YANG BERBASISI PENELITIAN DI LABORATORIUM**

Peneliti : Hidayatus Sholihah
 Nim : 2108086111
 Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa*) Untuk Sumber Belajar Biologi
 Dosen : 1. Arifah Purnamasingrum, M.Sc
 Pembimbing : 2. Dr. Ruswan, MA

A. Validator

Validator : Elina Lestariyanti, M. Pd.
 NIP : 199106192019032022
 Instansi : UIN Walisongo Semarang
 Hari, : Selasa, 10 Juni 2025
 Tanggal

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesedianan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap Buku Suplemen yang berbasisi penelitian di laboratorium berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan.
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.

Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar

C. PENILAIAN

No	Aspek	Indikator	Skor			
			1	2	3	4
1	Kejelasan	1. Kejelasan tiap butir pernyataan				✓
2	Ketepatan isi	2. Ketepatan pernyataan dengan jawaban yang diharapkan				✓
3	Relevansi	3. Pernyataan berkaitan dengan tujuan penelitian				✓

		4. Pernyataan sesuai dengan aspek yang ingin dicapai				✓
4	Kevalidan isi	5. Pernyataan mengungkapkan informasi yang benar				✓
5	Tidak ada bias	6. Pernyataan mengungkapkan satu gagasan yang jelas dan lengkap				✓
6	Ketepatan bahasa	7. Bahasa yang digunakan mudah dipahami 8. Bahasa yang digunakan efektif 9. Penulisan sesuai dengan EYD				✓

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

Bapak / Ibu Dosen dimohon untuk memberikan saran dan kritik yang dapat membangun penelitian pada kotak saran dan kritik dibawah ini :

Sudah baik

E. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian lembar angket kebutuhan siswa terkait dengan pengembangan buku suplemen untuk meningkatkan kemampuan berkomunikasi siswa dalam materi genetika, maka lembar angket untuk siswa tersebut dinyatakan :

1. Layak digunakan uji coba tanpa adanya revisi
2. Layak digunakan uji coba dengan adanya revisi
3. Tidak layak digunakan untuk uji coba

Mohon diberi tanda silang (x) pada nomor diatas, sesuai dengan hasil kesimpulan Bapak/ Ibu Dosen.

Jun
Semarang, 11.-~~April~~ – 2025
Validator

Lampiran 12

Hasil respon uji coba peserta didik skala kecil Kelas XI _A

NAMA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	SE	VP & Rata VP
Arinda	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	100% 87,80
Daffa	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	58	97% 87,80
Dani	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	58	97% 87,80
Dava	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	100% 87,80
Dendy	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	58	97% 87,80
Dika	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	56	93% 87,80
Faisal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	46	77% 87,80
Farel	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	54	90% 87,80
Farel	4	4	4	4	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	4	47	78% 87,80
Febrisa	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	49	82% 87,80
Fiala	4	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	4	43	72% 87,80
Habib	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	100% 87,80
Indah	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	47	78% 87,80
Karenina	3	2	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	2	3	4	40	67% 87,80
Kusuma Ningrum	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	54	90% 87,80
Jumlah	55	55	55	53	53	48	46	53	53	52	52	52	51	55	57	790	1317%
Rata rata	92%	92%	92%	88%	88%	80%	77%	88%	88%	87%	87%	87%	85%	92%	95%		

Rata-rata paling rendah menunjukkan perlu adanya perbaikan pada buku suplemen

Lampiran 13

Hasil respon peserta didik uji coba skala besar kelas XI_B

No	Nama	Kelas	MP	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	SE	Rata-rata	Vp	Rata-rata Vp
1	Abimanyu	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
2	Adrian	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	58	3,9	97%	91,95
3	Aagna	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	59	3,9	98%	91,95
4	arfa	11 B	biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
5	tsani	11 B	biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
6	Risalah	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
7	andra	11 B	biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
8	amanda	11 B	biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
9	aurel	11 B	biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
10	Ahmad Ro	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
11	Aisyah	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	56	3,7	93%	91,95
12	Akbar	11 B	Biologi	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	57	3,8	95%	91,95
13	Alifvianda	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
14	Bayu aji	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
15	Dewi Asih	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
16	Akila	11 B	Biologi	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	56	3,7	93%	91,95
17	Alya	11 B	Biologi	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	55	3,7	92%	91,95
18	Jhan	11 B	Biologi	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	56	3,7	93%	91,95
19	Maulana si	11 B	Biologi	3	3	3	4	3	2	2	4	4	4	3	4	3	4	3	49	3	82%	91,95
20	Nadindra	11 B	Biologi	1	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2	45	3	75%	91,95
21	Naila Sabri	11 B	Biologi	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	52	3,5	87%	91,95
22	Nico putra	11 B	Biologi	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	2	3	51	3,4	85%	91,95
23	Prety	11 B	Biologi	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	57	3,8	95%	91,95
24	Rafa	11 B	Biologi	4	3	3	4	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	45	3	75%	91,95
25	Ralefyfa	11 B	Biologi	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	55	3,7	92%	91,95
26	Rafif	11 B	Biologi	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	52	3,5	87%	91,95
27	Rakha	11 B	Biologi	3	3	4	4	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	46	3,1	77%	91,95
28	Rasya	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
29	Rayna	11 B	Biologi	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	51	3,4	85%	91,95
30	Rifani	11 B	Biologi	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	52	3,5	87%	91,95
31	Yasmin	11 B	Biologi	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	53	3,5	88%	91,95
32	Yasmin	11 B	Biologi	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	51	3,4	85%	91,95
33	Zurayda	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	100%	91,95
34	Ening	11 B	Biologi	2	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	49	3,3	82%	91,95
35	Fajra	11 B	Biologi	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	53	3,5	88%	91,95
36	Nabila	11 B	Biologi	4	3	3	4	4	3	3	4	2	2	2	2	3	3	45	3	75%	91,95	
37	Mesya	11 B	Biologi	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	58	3,9	97%	91,95
	Jumlah	131	136	139	142	140	136	135	140	141	135	132	134	132	132	136	JUMLH	136,1	3,402			
	Rata-rata	89%	92%	94%	96%	95%	92%	91%	95%	95%	91%	89%	91%	89%	89%	92%	RATA	3,68				

Lampiran 14

Surat Izin Riset Laboratorium



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185
 Website: <https://fst.walisongo.ac.id/>

SURAT IZIN PENGUNAAN LABORATORIUM

Nomor: B-1448/Un.10.8/D/SP.01.03/02/2025

Assalamu'alaikum wr. wb

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang memberikan izin penggunaan Laboratorium Saintek Terpadu UIN Walisongo Semarang yang berada di Kampus 2 dan Kampus 3 bagi sivitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi sebagai berikut:

Nama : Hidayatus sholihah

NIM/ NIP : 2108086111

Program Studi : Pendidikan Biologi

Nomor WhatsApp : 085606395805

Surat izin penggunaan Laboratorium Saintek Terpadu berlaku :

1. Tanggal : 10 Februari 2025 s.d 10 Mei 2025.

2. Mulai Pukul : 08.00 – 16.00 WIB

3. Tempat : Laboratorium Biologi

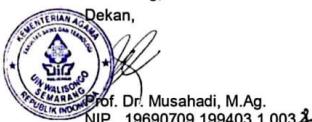
4. Tujuan : Pengujian materi tugas akhir

Demikian surat izin ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Semarang, 10 Februari 2025

Dekan,



Tembusan:

1. Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Kabiro AUPK UIN Walisongo Semarang
3. Kabag TU FST UIN Walisongo Semarang

Lampiran 15

Surat Izin Riset Penelitian Sekolah Oleh Dinas



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
 Jalan Gator Subroto, Komplek Tarubudaya, Ungaran, Kode Pos 50517 Telepon (024) 76910066, Faksimile (024) 76910066, Pos-el cabdisdikwil1@gmail.com

NOTA DINAS

Yth : Kepala SMA Negeri 7 Semarang
 Dari : Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
 Tanggal : 10 Mei 2025
 Nomor : 000.9.2/1014/2025
 Sifat : Biasa
 Hal : Izin Riset

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor : B.3735/Un.10.8/K/SP.01.08/05/2025 tanggal 5 Mei 2025, perihal Permohonan Izin Riset sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan izin kepada :

Nama : Hidayatus Sholihah
 NIM : 2108086111
 Jurusan : Pendidikan Biologi
 Judul : Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hilocereus polyrhizus* L) dan Variasi Konsentrasi Mordam sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (*Allium cepa* L) untuk Sumber Belajar Biologi

2. Kegiatan dilaksanakan pada :

Tanggal : 20 Mei 2025
 Lokasi : SMA Negeri 7 Semarang

3. Hal - hal yang perlu diperhatikan:

- a. Harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- b. Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan izin riset;
- c. Saat pelaksanaan Izin Riset tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
- d. Pemberian izin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian izin ini dicabut;
- e. Apabila Kegiatan tersebut telah selesai agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

a.n. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
 Kepala Sub Bagian Tata Usaha



ANGKY MAYANG SASWATI, S.Psi, M.Si
 Pembina
 NIP. 19791005 200801 2 001

 Dokumen ini ditandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh
 Balai Besar Sertifikasi Elektronik (BSe) BSN.

Lampiran 16

Surat Izin Riset Sekolah SMA Negeri 7 Semarang



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
 E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: [Http://fst.walisongo.ac.id](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.3759/Un.10.8/K/SP.01.08/05/2025
 Lamp : Proposal Skripsi
 Hal : Permohonan Izin Riset

Semarang, 05 Mei 2025

Kepada Yth.
 Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah 1 Provinsi Jawa Tengah
 Jl Gatot Subroto, Komplek Tarubudaya, Ungaran , Kec Ungaran
 Kabupaten Semarang Jawa Tengah 50517
 di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Hidayatus Sholihah
 NIM : 2108086111
 Jurusan : PENDIDIKAN BIOLOGI
 Judul : PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus* L) DAN VARIASI KONSENTRASI MORDAN SEBAGAI PEWARNA ALAMI PREPARAT MITOSIS AKAR BAWANG (*Allium cepa* L) UNTUK SUMBER BELAJAR BIOLOGI
 Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 20- Mei 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan
 Kabag. Tata Usaha,

Muh. Kharis, SH, M.H
 NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Cp Hidayatus Sholihah : 085606395805



Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 17

Surat Penunjukan Validator



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
 E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.5436/Un.10.8/D/SP.01.06/06/2025

Lamp :

Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Dr. Siti Mukhlisoh Setyawati, S.Si M.Si
 Dosen validator ahli nateri
 (Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
2. Elina Lestariyanti, M.Pd
 Dosen ahli media
 (Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
 di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama	:	Hidayatus sholihah
NIM	:	2108086111
Program Studi	:	PENDIDIKAN BIOLOGI
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	:	Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>) Dan Variasi Konsentrasi Mordan Sebagai Pewarna Alami Preparat Mitosis Akar Bawang (<i>Allium cepa</i>) Untuk Sumber Belajar Biologi

Demikian atas perhatian dan berkenanannya menjadi validator ahli instrument kami ucapan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 17 Juni 2025

an. Dekan,
Ketua Prodi.,

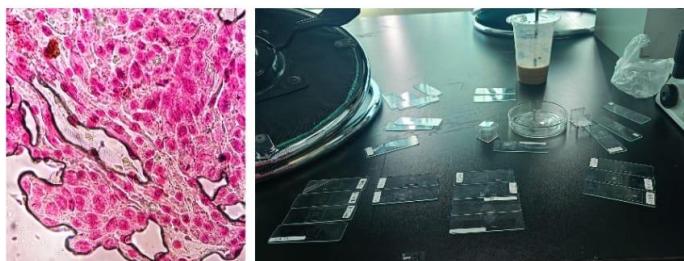
Dr. Haryono, M.Pd.

NIP. 19691016 200801 1 008

Lampiran 18

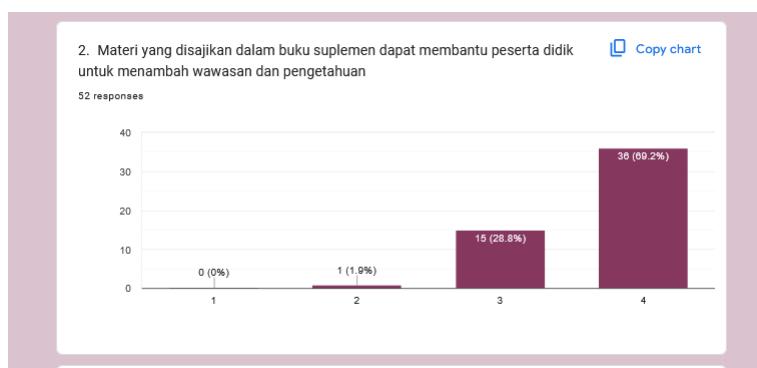
Dokumentasi Penelitian di Laboratorium





Lampiran 19

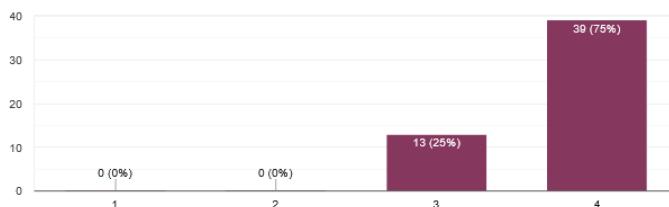
Dokumentasi Pengambilan Data Lewat G Form



4. Tampilan buku suplemen menarik

[Copy chart](#)

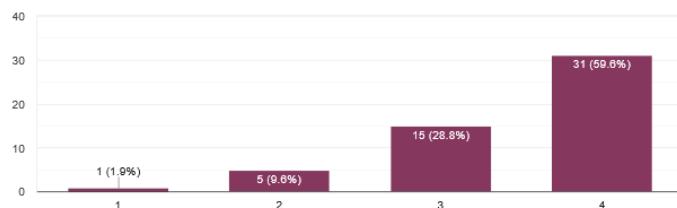
52 responses



7. Gambar dalam buku suplemen dapat menarik minat peserta didik untuk membaca

[Copy chart](#)

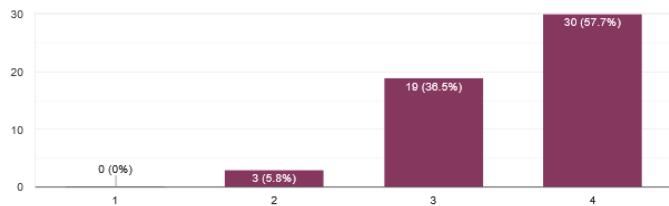
52 responses



11. Keterkaitan antar paragraf pada materi buku suplemen mudah dipahami

[Copy chart](#)

52 responses



Lampiran 20

DATA MENTAH OLEH VALIDATOR AHLI PREPARAT

Ulangan 1

Aspek	Perlakuan Perbandigan			
	1:5			
	1a	2a	3a	4a
Identitas Preparat	4	4	4	4
Gelembung Udara	1	3	2	4
Keakukaratan Materi	1	2	2	3
Posisi Preparat	4	4	4	4

Aspek	Perlakuan Perbandigan			
	1:5			
	1b	2b	3b	4b
Identitas Preparat	4	4	4	4
Gelembung Udara	3	2	3	4
Keakukaratan Materi	1	2	3	3
Posisi Preparat	4	4	4	4

Aspek	Perlakuan perbandingan		
	5:1	Safranin	Tanpa Pewarnaan
	4c		
Identitas Preparat	4	4	4
Gelembung Udara	4	4	4
Keakukaratan Materi	4	4	3
Posisi Preparat	4	4	4

Ulangan 2

Aspek	Perlakuan Perbandigan			
	1:5			
	1a	2a	3a	4a
Identitas Preparat	4	4	4	4
Gelembung Udara	1	3	1	4
Keakukaratan Materi	1	1	3	3
Posisi Preparat	4	4	4	4

Aspek	Perlakuan Perbandigan			
	1:5			
	1b	2b	3b	4b
Identitas Preparat	4	4	4	4
Gelembung Udara	3	3	2	4
Keakukaratan Materi	1	3	1	3
Posisi Preparat	4	4	4	4

Aspek	Perlakuan perbandingan		
	5:1	Safranin	Tanpa Pewarnaan
	4c		
Identitas Preparat	4	4	4
Gelembung Udara	4	4	4
Keakukaratan Materi	4	3	3
Posisi Preparat	4	4	4

Ulangan 3

Aspek	Perlakuan Perbandigan			
	1:5			
	1a	2a	3a	4a
Identitas Preparat	4	4	4	4
Gelembung Udara	2	2	1	3
Keakukaratan Materi	2	1	1	3
Posisi Preparat	4	4	4	4

Aspek	Perlakuan Perbandigan			
	1:5			
	1b	2b	3b	4b
Identitas Preparat	4	4	4	4
Gelembung Udara	2	3	4	3
Keakukaratan Materi	2	1	3	4
Posisi Preparat	4	4	4	4

Aspek	Perlakuan perbandingan		
	5:1	Safranin	Tanpa
			Pewarnaan
Identitas Preparat	4	4	4
Gelembung Udara	3	4	3
Keakukaratan Materi	4	4	4
Posisi Preparat	4	4	4

Lampiran 21 Buku Teks Peserta Didik

Irnaningtyas | Sylva Sagita
Kurikulum
Merdeka
Biologi
SMA/MA
Mata Pelajaran
Pilihan
KELAS XI
PENERBIT ERLANGGA

Daftar Isi

Katalog dalam Terbitan	ii
Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Bab I Sifat	1
A. Sifat-sifat Unit Terkecil Kehidupan	3
B. Perbedaan Struktur Sel Tumbuhan dan Hewan	4
C. Membran Plasma dan Organel	7
D. Mekanisme Transport pada Membran	11
Rangkuman	13
Evaluasi	13
Tugas Portfolio	16
Bab II Histologi Tumbuhan	17
A. Jaringan Tumbuhan	19
B. Organ Tumbuhan	23
C. Teknologi Kultur Jaringan	30
Rangkuman	31
Evaluasi	32
Tugas Portfolio	34
Bab III Histologi Hewan	35
A. Jaringan Hewan	37
B. Organ Hewan	44
Rangkuman	45
Evaluasi	46
Tugas Portfolio	48
Bab IV Sistem Gerak Manusia	49
A. Rangka	51
B. Otot	58
C. Kelainan dan Gangguan pada Gerak	60
Rangkuman	63
Evaluasi	64
Tugas Portfolio	66

CS Dipindai dengan CamScanner

CS Dipindai dengan CamScanner

Bab V Sistem Peredaran Darah pada Hewan dan Manusia	67
A. Sistem Peredaran Darah pada Hewan	69
B. Sistem Peredaran Darah Mamalia dan Manusia	75
C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Peredaran Darah	84
Rangkuman	87
Evaluasi	88
Tugas Portfolio	90
Evaluasi Semester I	91
Bab VI Sistem Pencernaan	95
A. Zat Makanan dan Fungsinya	97
B. Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia	104
C. Sistem Pencernaan Makanan pada Hewan Membran Biak	107
D. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Pencernaan Makanan	107
Rangkuman	108
Evaluasi	108
Tugas Portfolio	110
Bab VII Sistem Pernapasan	111
A. Pernapasan pada Hewan	113
B. Pernapasan pada Manusia	116
C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Pernapasan	120
Rangkuman	121
Evaluasi	122
Tugas Portfolio	124
Bab VIII Sistem Ekskresi	125
A. Sistem Ekskresi pada Manusia	127
B. Sistem Ekskresi pada Hewan	131
C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Ekskresi	134
Rangkuman	135
Evaluasi	136
Tugas Portfolio	138
Bab IX Sistem Regulasi	139
A. Saraf	141
B. Endokrin	146
C. Indra	150

