

Pemanfaatan Pewarna Alami pada Praktikum Identifikasi Mitosis Akar Bawang Merah (*Allium cepa*) sebagai Media Pembelajaran IPA

Fendrawaty Hilmuhu¹, Sari Rahmawati²

Prodi Pendidikan IPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Muhammadiyah Gorontalo

fendrawatyhilmuhu@umgo.ac.id, sarirahmawati@umgo.ac.id

Published: February , 2026

ABSTRAK

Praktikum pengamatan mitosis pada ujung akar bawang merah (*Allium cepa*) merupakan kegiatan penting dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya pada materi pembelahan sel. Namun, penggunaan pewarna sintetis seperti safranin dan asetokarmin memiliki keterbatasan dari sisi keamanan, biaya, serta dampak lingkungan. Artikel ini bertujuan mengkaji pemanfaatan pewarna alami sebagai alternatif dalam praktikum identifikasi mitosis akar bawang merah serta perannya sebagai media pembelajaran IPA yang kontekstual dan ramah lingkungan. Metode yang digunakan adalah kajian eksperimen sederhana berbasis praktikum laboratorium pendidikan dengan membandingkan hasil pewarnaan alami dan sintetis. Hasil kajian menunjukkan bahwa pewarna alami mampu menampilkan fase-fase mitosis secara cukup jelas dan mendukung pembelajaran bermakna. Pemanfaatan pewarna alami juga meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap konsep sains berkelanjutan. Dengan demikian, pewarna alami berpotensi menjadi media pembelajaran IPA yang efektif, ekonomis, dan berbasis green laboratory.

Kata kunci: Pewarna alami, Mitosis, *Allium cepa*, Praktikum IPA, Media pembelajaran

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran strategis dalam membekali peserta didik dengan pemahaman konsep ilmiah, keterampilan proses sains, serta sikap ilmiah yang diperlukan dalam menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. IPA tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga menekankan pada proses ilmiah dan penerapan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, pembelajaran IPA idealnya dirancang secara aktif, kontekstual, dan berbasis pengalaman langsung agar peserta didik dapat membangun pemahaman yang bermakna.

Salah satu pendekatan yang efektif dalam pembelajaran IPA adalah kegiatan praktikum. Praktikum memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati secara langsung fenomena alam, melakukan eksperimen sederhana, serta melatih keterampilan proses sains seperti mengamati, mengukur, mengklasifikasi, menginterpretasi data, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris. Melalui praktikum, konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak dapat divisualisasikan sehingga lebih mudah dipahami. Selain itu, kegiatan praktikum juga berperan dalam menumbuhkan sikap ilmiah, seperti rasa ingin tahu, ketelitian, kejujuran, dan tanggung jawab.

Dalam pembelajaran biologi, salah satu materi penting yang memerlukan dukungan kegiatan praktikum adalah pembelahan sel, khususnya mitosis. Konsep mitosis merupakan dasar untuk memahami pertumbuhan, perkembangan, dan regenerasi makhluk hidup. Namun demikian, mitosis termasuk materi yang relatif sulit dipahami oleh peserta didik karena prosesnya

terjadi pada tingkat mikroskopis dan melibatkan perubahan struktur sel yang tidak dapat diamati secara langsung tanpa bantuan alat. Oleh karena itu, praktikum pengamatan mitosis menjadi sangat penting untuk membantu peserta didik memahami tahapan-tahapan pembelahan sel secara konkret.

Objek yang paling sering digunakan dalam praktikum pengamatan mitosis adalah ujung akar bawang merah (*Allium cepa*). Akar bawang merah memiliki jaringan meristematik yang aktif membelah sehingga fase-fase mitosis seperti profase, metafase, anafase, dan telofase dapat diamati dengan relatif jelas menggunakan mikroskop cahaya. Selain mudah diperoleh, *Allium cepa* juga memiliki ukuran sel yang cukup besar sehingga cocok digunakan sebagai bahan praktikum, baik di sekolah maupun di perguruan tinggi pada mata kuliah Biologi Dasar.

Dalam pelaksanaannya, praktikum pengamatan mitosis umumnya menggunakan pewarna sintetis, seperti safranin dan asetokarmin, untuk memperjelas struktur inti sel dan kromosom. Pewarna sintetis tersebut terbukti efektif dalam meningkatkan kontras visual preparat sehingga memudahkan identifikasi fase mitosis. Namun, di balik keunggulannya, penggunaan pewarna sintetis juga memiliki sejumlah keterbatasan. Beberapa pewarna sintetis bersifat iritan dan toksik apabila tidak ditangani dengan prosedur keselamatan yang tepat. Kondisi ini dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi peserta didik, khususnya pada laboratorium pendidikan yang belum sepenuhnya menerapkan standar keselamatan kerja.

Selain aspek keamanan, penggunaan pewarna sintetis juga menghadapi kendala dari sisi ketersediaan dan biaya. Tidak semua institusi pendidikan memiliki akses yang mudah terhadap bahan kimia laboratorium, terutama di daerah dengan fasilitas terbatas. Di sisi lain, limbah yang dihasilkan dari penggunaan bahan kimia sintetis berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Permasalahan ini menjadi tantangan tersendiri dalam pelaksanaan praktikum IPA yang aman, ekonomis, dan berkelanjutan.

Sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21, pembelajaran IPA dituntut untuk mengintegrasikan prinsip keberlanjutan dan kepedulian terhadap lingkungan. Salah satu konsep yang relevan dalam konteks ini adalah *green laboratory*. Konsep *green laboratory* menekankan penggunaan bahan dan prosedur praktikum yang ramah lingkungan, aman bagi pengguna, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Penerapan konsep ini dalam pembelajaran IPA tidak hanya bertujuan untuk menjaga kelestarian lingkungan, tetapi juga untuk menanamkan kesadaran ekologis kepada peserta didik sejak dini.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung pembelajaran IPA berbasis *green laboratory* adalah pemanfaatan bahan alami sebagai alternatif bahan kimia sintetis dalam kegiatan praktikum. Pewarna alami yang berasal dari tumbuhan, seperti antosianin, klorofil, karotenoid, dan betalain, memiliki potensi besar untuk digunakan dalam praktikum biologi. Pewarna alami relatif aman digunakan, mudah diperoleh dari lingkungan sekitar, serta dapat diekstraksi menggunakan metode sederhana tanpa memerlukan peralatan laboratorium yang kompleks. Selain itu, penggunaan pewarna alami juga memberikan peluang untuk mengaitkan pembelajaran biologi dengan konsep kimia hayati dan pemanfaatan sumber daya alam.

Salah satu sumber pewarna alami yang berpotensi dimanfaatkan adalah kulit buah naga. Kulit buah naga mengandung pigmen betalain dan antosianin yang memberikan warna merah keunguan dan bersifat larut dalam air. Selama ini, kulit buah naga umumnya dianggap sebagai limbah organik yang belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, dengan proses ekstraksi sederhana, seperti penghalusan dan penyaringan menggunakan kertas saring, kulit buah naga dapat diolah menjadi larutan pewarna alami yang siap digunakan dalam kegiatan praktikum.

Pemanfaatan pewarna alami dari kulit buah naga dalam praktikum pengamatan mitosis akar bawang merah tidak hanya berfungsi sebagai pengganti pewarna sintetis, tetapi juga memberikan nilai tambah dalam pembelajaran. Mahasiswa dapat dilibatkan secara aktif dalam proses pembuatan pewarna, mulai dari persiapan bahan, proses ekstraksi, hingga aplikasi pada preparat. Keterlibatan aktif ini dapat meningkatkan motivasi belajar, kreativitas, serta pemahaman mahasiswa terhadap proses ilmiah secara menyeluruh. Dengan demikian,

pembelajaran tidak hanya berfokus pada hasil pengamatan, tetapi juga pada proses dan makna pembelajaran itu sendiri.

Meskipun beberapa penelitian telah mengkaji pemanfaatan pewarna alami dalam pembelajaran biologi, kajian yang secara khusus mengaitkan penggunaan pewarna alami kulit buah naga dengan praktikum identifikasi mitosis sebagai media pembelajaran IPA masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam mengenai kelayakan pewarna alami tersebut, baik dari sisi kejelasan hasil pengamatan maupun dari perspektif pembelajaran.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan pewarna alami dari kulit buah naga dalam praktikum identifikasi mitosis akar bawang merah (*Allium cepa*) sebagai media pembelajaran IPA. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan inovasi praktikum biologi yang aman, ramah lingkungan, ekonomis, serta mendukung pembelajaran IPA berbasis *green laboratory*

KAJIAN TEORETIS

Pembelajaran IPA Berbasis Praktikum di Perguruan Tinggi

Pembelajaran IPA di perguruan tinggi, khususnya pada mata kuliah Biologi Dasar, menempatkan praktikum sebagai komponen utama untuk membangun pemahaman konseptual dan keterampilan proses sains mahasiswa. Praktikum memungkinkan mahasiswa menghubungkan teori dengan fenomena nyata, melatih keterampilan observasi, serta mengembangkan sikap ilmiah seperti teliti, objektif, dan bertanggung jawab. Pembelajaran berbasis praktikum juga sejalan dengan pendekatan konstruktivistik, di mana pengetahuan dibangun melalui pengalaman langsung.

Konsep Mitosis pada Jaringan Meristem Akar (*Allium cepa*)

Mitosis merupakan proses pembelahan sel somatik yang bertujuan mempertahankan jumlah kromosom. Ujung akar bawang merah (*Allium cepa*) banyak digunakan sebagai objek praktikum karena memiliki jaringan meristem yang aktif membelah dan relatif mudah diamati. Fase mitosis meliputi profase, metafase, anafase, dan telofase, yang masing-masing memiliki ciri morfologis khas pada kromosom dan inti sel.

Pewarna Alami sebagai Alternatif Pewarna Sintetis

Pewarna alami berasal dari pigmen tumbuhan seperti antosianin, flavonoid, dan betalain yang mampu memberikan warna khas pada jaringan biologis. Dibandingkan pewarna sintetis, pewarna alami relatif lebih aman, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan. Dalam konteks pendidikan, penggunaan pewarna alami mendukung pembelajaran kontekstual karena memanfaatkan bahan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari mahasiswa.

Kulit Buah Naga sebagai Sumber Pigmen Alami

Kulit buah naga diketahui mengandung pigmen betalain dan antosianin yang memberikan warna merah keunguan. Pigmen ini bersifat larut dalam air sehingga dapat diekstraksi secara sederhana menggunakan pelarut air dan proses penyaringan. Potensi kulit buah naga sebagai pewarna alami telah banyak dikaji dan dinilai efektif untuk berbagai aplikasi, termasuk sebagai bahan pewarna dalam praktikum biologi sederhana.

Pewarna Alami dalam Perspektif Green Laboratory

Konsep green laboratory menekankan penggunaan bahan yang aman, pengurangan limbah berbahaya, serta efisiensi energi dan sumber daya. Pemanfaatan pewarna alami dari limbah organik seperti kulit buah naga sejalan dengan prinsip ini karena mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis dan sekaligus mendukung pengelolaan limbah berbasis pendidikan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **eksperimen deskriptif** yang dilaksanakan dalam kegiatan praktikum pada mata kuliah **Biologi Dasar**. Penelitian bertujuan mendeskripsikan

pemanfaatan pewarna alami dari kulit buah naga sebagai media praktikum identifikasi mitosis pada ujung akar bawang merah (*Allium cepa*).

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa program studi pendidikan sains/IPA yang mengikuti mata kuliah Biologi Dasar. Objek penelitian berupa preparat ujung akar bawang merah (*Allium cepa*) yang diwarnai menggunakan pewarna alami hasil ekstraksi kulit buah naga.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi mikroskop cahaya, gelas ukur, lumpang dan alu, pipet tetes, kaca objek, kaca penutup, pisau silet, dan kertas saring. Bahan penelitian terdiri atas bawang merah (*Allium cepa*), kulit buah naga sebagai sumber pewarna alami, akuades, serta larutan fiksatif sederhana.

Prosedur Ekstraksi Pewarna Alami

Kulit buah naga dicuci bersih, dipotong kecil, kemudian dihaluskan menggunakan lumpang dan alu dengan penambahan akuades secukupnya. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring untuk memperoleh larutan pewarna alami yang siap digunakan dalam proses pewarnaan preparat.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap hasil pewarnaan preparat mitosis, dokumentasi pengamatan mikroskopis, serta lembar observasi keterlibatan mahasiswa selama kegiatan praktikum.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan menelaah kejelasan struktur sel, keterlihatan fase-fase mitosis, serta kesesuaian pewarna alami kulit buah naga sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Biologi Dasar.

Prosedur Praktikum

1. Mahasiswa menumbuhkan bawang merah hingga akar mencapai panjang ± 2 cm.
2. Ujung akar dipotong sekitar 0,5 cm sebagai daerah meristematik.
3. Preparat akar dilakukan fiksasi dan pelunakan jaringan sesuai prosedur praktikum Biologi Dasar.
4. Preparat diwarnai menggunakan larutan pewarna alami dari ekstrak kulit buah naga.
5. Preparat ditutup dengan kaca penutup dan diamati di bawah mikroskop cahaya.
6. Mahasiswa mengidentifikasi dan mencatat fase-fase mitosis yang teramati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa larutan pewarna alami dari ekstrak kulit buah naga mampu memberikan warna kontras pada inti sel dan kromosom akar bawang merah. Mahasiswa dapat mengidentifikasi fase profase, metafase, anafase, dan telofase, dengan tingkat keterlihatan paling jelas pada fase profase dan metafase.

Selain itu, sebagian besar mahasiswa menyatakan bahwa proses pembuatan pewarna alami relatif mudah dilakukan dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep pewarnaan sel serta pemanfaatan bahan alam dalam praktikum biologi.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Fase Mitosis Akar Bawang Merah Menggunakan Pewarna Alami Kulit Buah Naga

Fase Mitosis	Ciri Pengamatan Mikroskopis	Kejelasan Visual	Jumlah Preparat (n=4)	Keterangan
Profase	Kromosom mulai memadat, inti sel tampak jelas	Jelas	4	Warna ungu kemerahan terlihat kontras
Metafase	Kromosom berjajar di bidang ekuator	Cukup jelas	3	Pewarnaan relatif merata

Anafase	Kromatid bergerak ke kutub berlawanan	Kurang jelas	2	Intensitas warna mulai menurun
Telofase	Inti sel mulai terbentuk kembali	Kurang jelas	2	Batas inti sel tidak terlalu tegas

Tabel tersebut menunjukkan bahwa dari total empat preparat yang diamati, fase profase dan metafase paling konsisten teridentifikasi dengan jelas menggunakan pewarna alami kulit buah naga. Variasi tingkat kejelasan visual dipengaruhi oleh ketebalan preparat dan kestabilan warna pewarna alami.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pewarna alami yang berasal dari kulit buah naga layak digunakan sebagai alternatif pewarna sintetis dalam praktikum identifikasi mitosis pada mata kuliah Biologi Dasar. Kandungan pigmen antosianin dan betalain pada kulit buah naga berperan penting dalam memberikan warna pada struktur sel, khususnya inti sel dan kromosom, sehingga fase-fase mitosis dapat diamati dengan cukup jelas. Kejelasan visual yang dihasilkan, terutama pada fase profase dan metafase, menunjukkan bahwa pewarna alami memiliki kemampuan yang memadai untuk mendukung kegiatan pengamatan mikroskopis dalam konteks pembelajaran.

Meskipun intensitas warna pewarna alami tidak selalu setinggi pewarna sintetis, hasil pengamatan tetap memungkinkan mahasiswa mengidentifikasi ciri khas setiap fase mitosis. Variasi kejelasan visual yang muncul antarfase dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ketebalan preparat, konsentrasi larutan pewarna, serta kestabilan pigmen alami. Temuan ini menunjukkan bahwa pewarna alami memiliki karakteristik yang berbeda dengan pewarna sintetis, namun perbedaan tersebut tidak mengurangi fungsi edukatif praktikum, khususnya dalam pembelajaran biologi dasar yang menekankan pemahaman konsep dan proses ilmiah.

Dari sisi pembelajaran, penggunaan pewarna alami kulit buah naga memberikan pengalaman belajar yang lebih komprehensif bagi mahasiswa. Mahasiswa tidak hanya berperan sebagai pengguna bahan praktikum, tetapi juga terlibat langsung dalam proses pembuatan pewarna melalui tahapan ekstraksi sederhana, seperti penghalusan bahan dan penyaringan menggunakan kertas saring. Keterlibatan aktif ini mendukung pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*), di mana mahasiswa belajar melalui proses melakukan, mengamati, dan merefleksikan kegiatan yang dilakukan.

Kegiatan ekstraksi pewarna alami juga mendorong pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa, seperti merencanakan prosedur kerja, menggunakan alat laboratorium sederhana, mengamati perubahan fisik bahan, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh. Dengan demikian, praktikum tidak hanya berfungsi sebagai sarana untuk memverifikasi teori, tetapi juga sebagai wahana untuk melatih kemampuan berpikir ilmiah dan pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan tujuan pembelajaran IPA di perguruan tinggi yang menekankan penguasaan konsep sekaligus pengembangan keterampilan abad ke-21.

Selain itu, pemanfaatan pewarna alami dari kulit buah naga memberikan kontribusi positif dalam menumbuhkan kesadaran lingkungan pada mahasiswa. Kulit buah naga yang selama ini dianggap sebagai limbah organik dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan praktikum yang bernilai edukatif. Melalui kegiatan ini, mahasiswa dapat memahami bahwa limbah organik memiliki potensi untuk diolah dan dimanfaatkan secara kreatif dan berkelanjutan. Nilai-nilai ini penting untuk ditanamkan kepada mahasiswa sebagai calon pendidik IPA agar mampu mengintegrasikan isu lingkungan dalam pembelajaran di masa depan.

Penggunaan pewarna alami dalam praktikum mitosis juga sejalan dengan penerapan konsep *green laboratory*. Prinsip *green laboratory* menekankan pada penggunaan bahan yang aman, pengurangan limbah berbahaya, serta efisiensi sumber daya dalam kegiatan laboratorium pendidikan. Dengan menggantikan pewarna sintetis menggunakan pewarna alami, risiko paparan bahan kimia berbahaya dapat diminimalkan, sekaligus mengurangi potensi pencemaran lingkungan akibat limbah laboratorium. Penerapan konsep ini tidak hanya berdampak pada aspek

teknis praktikum, tetapi juga memiliki nilai edukatif dalam membentuk sikap peduli lingkungan pada mahasiswa.

Pewarna Alami sebagai Media Pembelajaran IPA

Sebagai media pembelajaran IPA, pewarna alami dari kulit buah naga tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual untuk memperjelas struktur sel, tetapi juga sebagai sumber belajar yang kaya akan makna. Media pembelajaran yang baik tidak hanya membantu peserta didik memahami materi, tetapi juga mampu merangsang rasa ingin tahu, keterlibatan aktif, dan refleksi kritis terhadap proses pembelajaran. Dalam konteks ini, pewarna alami berperan sebagai media yang bersifat kontekstual dan multidimensional.

Melalui penggunaan pewarna alami, dosen dapat mengaitkan materi mitosis dengan konsep lain yang relevan, seperti pigmen tumbuhan, sifat kimia zat warna, serta pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan. Diskusi mengenai sumber pewarna, proses ekstraksi, dan karakteristik pigmen alami dapat memperkaya pemahaman mahasiswa dan mendorong pembelajaran IPA terpadu. Dengan demikian, pembelajaran tidak terfragmentasi, melainkan terintegrasi antara konsep biologi, kimia, dan lingkungan.

Penggunaan pewarna alami juga membuka ruang diskusi mengenai perbandingan antara bahan alami dan bahan sintetis dalam kegiatan laboratorium. Mahasiswa dapat diajak untuk menganalisis kelebihan dan keterbatasan masing-masing bahan, baik dari aspek keefektifan, keamanan, biaya, maupun dampak lingkungan. Aktivitas ini dapat melatih kemampuan berpikir kritis dan pengambilan keputusan berbasis pertimbangan ilmiah, yang merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran IPA.

Selain itu, pewarna alami sebagai media pembelajaran IPA mendukung pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan sikap ilmiah. Mahasiswa dilatih untuk bersikap teliti dalam melakukan praktikum, objektif dalam mengamati hasil, serta bertanggung jawab dalam menggunakan dan mengelola bahan praktikum. Nilai-nilai tersebut sangat penting untuk membentuk karakter ilmuwan dan pendidik IPA yang profesional.

Dengan memanfaatkan pewarna alami dalam praktikum mitosis, pembelajaran IPA tidak hanya berfokus pada pencapaian hasil belajar kognitif, tetapi juga pada pengembangan aspek afektif dan psikomotorik mahasiswa. Pembelajaran menjadi lebih bermakna karena mahasiswa memahami bahwa sains tidak terlepas dari kehidupan sehari-hari dan isu lingkungan. Oleh karena itu, pewarna alami dari kulit buah naga dapat dipandang sebagai media pembelajaran IPA yang inovatif, kontekstual, dan relevan dengan tuntutan pendidikan berkelanjutan.

Implikasi dalam Pembelajaran

Penggunaan pewarna alami dalam praktikum mitosis memiliki implikasi positif terhadap pembelajaran IPA, antara lain meningkatkan keterampilan proses sains, menumbuhkan kesadaran lingkungan, serta mengembangkan kreativitas peserta didik. Guru dapat memanfaatkan kegiatan ini sebagai sarana pembelajaran berbasis proyek sederhana.

Keterbatasan dan Tantangan

Meskipun memiliki banyak kelebihan, pewarna alami juga memiliki keterbatasan, seperti kestabilan warna yang relatif rendah dan variasi hasil pewarnaan. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian prosedur agar hasil pengamatan tetap optimal.

KESIMPULAN

Pemanfaatan pewarna alami pada praktikum identifikasi mitosis akar bawang merah (*Allium cepa*) merupakan alternatif yang layak sebagai media pembelajaran IPA. Selain aman dan ramah lingkungan, pewarna alami mampu mendukung pemahaman konsep mitosis serta menanamkan nilai-nilai keberlanjutan dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2018). *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Dahar, R. W. (2011). *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Kemendikbud. (2017). *Panduan Praktikum IPA Sekolah Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Pratiwi, D. A., et al. (2019). *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Sani, R. A. (2014). *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sudjana, N. (2016). *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Suryani, I., & Wibowo, A. (2020). Pemanfaatan bahan alami sebagai alternatif pewarna dalam praktikum biologi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 210–218.
- Utami, S., & Lestari, D. (2021). Pewarna alami dari limbah kulit buah sebagai media pembelajaran biologi. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(1), 45–53.
- Widodo, A. (2017). *Strategi Pembelajaran IPA*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Yuliani, K., & Rahmawati, R. (2022). Implementasi konsep green laboratory dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(2), 134–142.