

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia negara yang berada di wilayah beriklim tropis sehingga memiliki kondisi lingkungan yang sangat mendukung perkembangan berbagai komoditas hortikultura, terutama tanaman buah yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi oleh masyarakat (Mayasari dkk., 2024). Tingginya tingkat konsumsi buah tersebut berdampak pada meningkatnya jumlah limbah organik, khususnya kulit buah, yang pada umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan masih berakhir sebagai limbah (Azmi dkk., 2024). Padahal, beberapa jenis kulit buah diketahui mengandung pigmen alami yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pewarna ramah lingkungan. Di antaranya ialah kulit buah naga dan kulit manggis yang kaya akan senyawa pewarna alami. Kulit buah naga mengandung antosianin yang mampu menghasilkan warna merah keunguan, sedangkan kulit manggis tidak hanya mengandung antosianin yang memberikan warna ungu tua, tetapi juga tanin yang berfungsi memperkuat ikatan antara zat warna dengan serat kain sehingga meningkatkan kualitas hasil pewarnaan (Faisal & Zulfikri, 2023).

Di sisi lain, industri tekstil hingga saat ini masih didominasi oleh penggunaan zat warna sintetis. Pemanfaatan pewarna sintetis tersebut menimbulkan limbah cair yang sulit terdegradasi secara alami dan berpotensi mencemari lingkungan karena mengandung logam berat dengan sifat toksik maupun karsinogenik (Ambarwati dkk., 2024). Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan sumber pewarna alternatif yang lebih berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah organik. Kombinasi ekstrak kulit buah naga dan kulit manggis menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan karena kandungan antosianin berperan menghasilkan intensitas warna yang tinggi, sedangkan tanin meningkatkan afinitas zat warna tetap serat tekstil (Faisal & Zulfikri, 2023). Sinergi kedua senyawa tersebut diperkirakan mampu menghasilkan variasi warna yang lebih menarik sekaligus meningkatkan nilai guna limbah kulit buah sebagai bahan baku pewarna alami.

Keberhasilan proses pewarnaan alami tidak hanya ditentukan oleh sumber pigmen, tetapi juga dipengaruhi oleh penggunaan zat mordan yang berfungsi

memperkuat ikatan antara molekul pewarna dengan serat kain. Salah satu mordant yang paling banyak digunakan adalah tawas atau aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang mampu membentuk kompleks koordinasi antara zat warna alami dan serat tekstil sehingga meningkatkan kestabilan warna tetap proses pencucian maupun paparan cahaya (Saqinah & Novrita, 2025). Pada penelitian ini, tawas dimanfaatkan untuk mengoptimalkan daya ikat pigmen antosianin dan tanin yang terkandung dalam ekstrak kulit buah. Ion aluminium (Al^{3+}) yang terdapat dalam tawas berinteraksi dengan gugus hidroksil dan karboksil pada molekul pewarna alami sehingga terbentuk ikatan kompleks yang lebih stabil. Pembentukan kompleks tersebut berkontribusi tetap peningkatan penyerapan zat warna oleh serat kain serta memperbaiki ketahanan luntur warna setelah pencucian dan penyinaran. Selain itu, karakteristik tawas yang cenderung menghasilkan warna lebih cerah memungkinkan tampilan warna dari kombinasi kedua ekstrak menjadi lebih optimal (Cahyaningtyas dkk., 2025). Mutu hasil pewarnaan juga dievaluasi melalui pengujian ketahanan luntur tetap pencucian dan cahaya berdasarkan standar SNI ISO 105-C06 serta SNI ISO 105-B02 (Zahrani dkk., 2025).

Pemanfaatan pewarna alami dari limbah kulit buah tidak hanya memiliki nilai ekologis, tetapi juga dapat dijadikan sebagai konteks pembelajaran kimia yang lebih dekat dengan kehidupan nyata. Pembelajaran yang mengaitkan konsep kimia dengan permasalahan lingkungan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk memahami materi secara lebih bermakna. Namun demikian, proses pembelajaran kimia di perguruan tinggi masih cenderung menitikberatkan pada penguasaan konsep teoretis sehingga pengembangan keterampilan proses sains, seperti kemampuan mengamati, melakukan pengukuran, menginterpretasikan data, dan mengomunikasikan hasil penelitian, belum berkembang secara optimal (Sholikhah & Subekti, 2025). Oleh sebab itu, diperlukan strategi pembelajaran yang mampu memberikan pengalaman belajar secara langsung melalui aktivitas eksperimen, salah satunya dengan menerapkan pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh lembar kerja yang disusun secara sistematis.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji pemanfaatan ekstrak kulit manggis sebagai pewarna alami kain (Kibria dkk., 2022) maupun penggunaan

ekstrak kulit buah naga secara terpisah untuk tujuan serupa (Mubeena dkk., 2025). Akan tetapi, penelitian yang mengombinasikan kedua jenis limbah tersebut dalam suatu perangkat pembelajaran berbasis proyek masih sangat terbatas. Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Adam dkk. (2022) menunjukkan bahwa penguasaan keterampilan proses sains mahasiswa belum berkembang secara merata, terutama pada aspek mengomunikasikan hasil penelitian dan menginterpretasikan data. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penyediaan perangkat pembelajaran yang mampu memfasilitasi keterlibatan aktif mahasiswa dalam setiap tahapan kegiatan ilmiah. Lembar kerja berbasis proyek dipandang sebagai salah satu media yang dapat mengakomodasi kebutuhan tersebut karena memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat secara langsung dalam proses penyelidikan ilmiah, mulai dari merancang percobaan, melaksanakan eksperimen, menganalisis hasil, hingga menyusun kesimpulan. Melalui pengalaman belajar tersebut, mahasiswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, kreativitas, dan keterampilan pemecahan masalah. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan mengangkat judul **"Penerapan Lembar Kerja Berbasis Proyek pada Pemanfaatan Kombinasi Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus sp.*) dan Manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains"**.

B. Rumusan Masalah

Merujuk pada pembahasan yang dipaparkan pada latar belakang masalah, rumusan masalah yang diperoleh diantaranya:

1. Bagaimana penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains?
2. Bagaimana pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa dalam penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*)

sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains?

3. Bagaimana hasil pemanfaatan kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains?

C. Tujuan Penelitian

Merujuk pada rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari dilakukannya penelitian ini diantaranya:

1. Mendeskripsikan penerapan lembar kerja mahasiswa berbasis proyek pada pemanfaatan kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains .
2. Menganalisis pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa dalam penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains .
3. Menganalisis hasil pemanfaatan kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains .

D. Manfaat Penelitian

Dilakukannya penelitian ini diperoleh mampu memberikan kebermanfaatan, diantaranya:

1. Menambah pengetahuan mahasiswa mengenai pemanfaatan kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains dalam mengatasi limbah kulit buah.
2. Penerapan lembar kerja ini diperoleh mampu mengembangkan keterampilan proses sains mahasiswa dalam memanfaatkan kombinasi ekstrak kulit buah

naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Pewarna Alami Kain untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains .

3. Mengetahui kemampuan mordant tawas dalam pemekatan warna alami dari kombinasi ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus sp.*) dan manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai pewarna alami kain.

E. Kerangka Berpikir

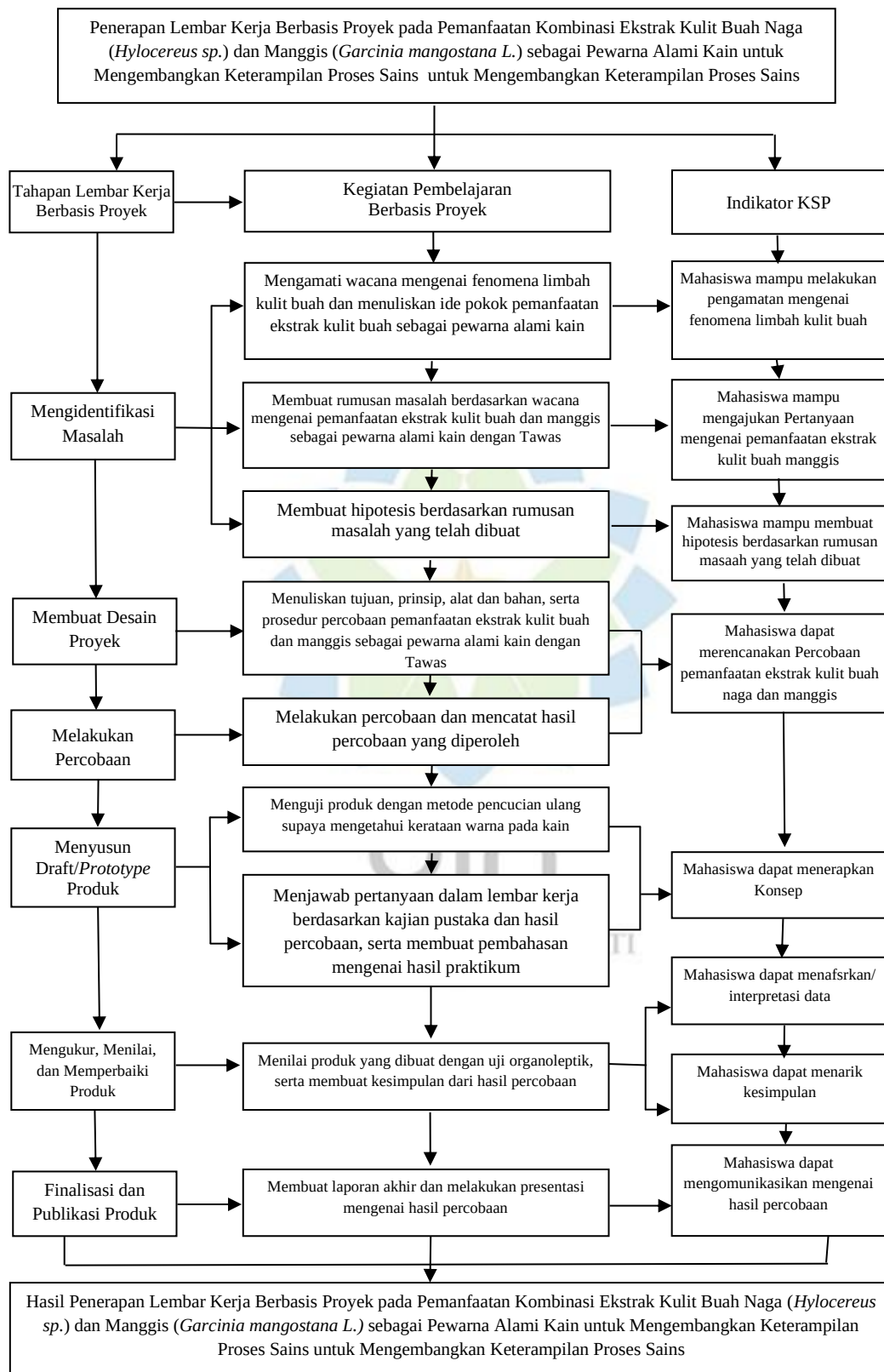
Rendahnya pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa berawal dari proses pembelajaran kimia yang masih lebih menitikberatkan pada penguasaan konsep teoretis serta pencapaian hasil belajar akhir. Kondisi tersebut menyebabkan mahasiswa belum memperoleh kesempatan yang memadai untuk mengembangkan kemampuan ilmiah melalui pengalaman belajar secara langsung. Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan lembar kerja berbasis proyek sebagai perangkat pembelajaran yang dirancang untuk melibatkan mahasiswa secara aktif dalam setiap tahapan kegiatan eksperimen, khususnya pada proses pewarnaan kain menggunakan pewarna alami dengan penambahan zat mordant.

Melalui penerapan pembelajaran berbasis proyek, mahasiswa diberikan kesempatan untuk mengaplikasikan konsep-konsep kimia dalam situasi nyata melalui serangkaian aktivitas praktikum yang disusun secara sistematis. Pengalaman belajar tersebut diperoleh mampu membangun pemahaman konseptual yang lebih bermakna sekaligus meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menerapkan metode ilmiah. Dalam pelaksanaannya, lembar kerja berbasis proyek berfungsi sebagai pedoman yang mengarahkan mahasiswa selama kegiatan praktikum, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan percobaan, hingga evaluasi hasil dan penyempurnaan produk yang dihasilkan.

Setiap tahapan yang termuat dalam lembar kerja disusun secara berurutan untuk membimbing mahasiswa menyelesaikan berbagai aktivitas proyek serta menjawab pertanyaan yang telah disesuaikan dengan indikator keterampilan proses sains. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga terlibat secara aktif dalam proses penyelidikan ilmiah melalui kegiatan

mengamati, merancang percobaan, menganalisis data, menarik kesimpulan, serta mengomunikasikan hasil yang diperoleh. Hubungan antara permasalahan pembelajaran, penerapan lembar kerja berbasis proyek sebagai solusi pembelajaran, dan pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa digambarkan secara sistematis dalam kerangka berpikir yang disajikan pada **Gambar 1.1**.





Gambar 1. 1 Kerangka berpikir

F. Hasil-hasil Penelitian yang Relevan

Berbagai penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan pewarna alami dari limbah kulit buah, penggunaan zat mordan dalam proses pewarnaan tekstil, serta penerapan pembelajaran berbasis proyek telah menjadi landasan dalam penyusunan penelitian ini. Kajian tetap penelitian-penelitian tersebut dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai perkembangan temuan ilmiah yang berkaitan dengan pemanfaatan pewarna alami maupun upaya pengembangan keterampilan proses sains dalam pembelajaran kimia.

Penelitian yang dilakukan oleh Kibria dkk., (2022) mengkaji pemanfaatan limbah kulit manggis sebagai sumber pewarna alami karena kandungan antosianin dan pigmen bioaktif lainnya yang terdapat di dalamnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit manggis mampu diaplikasikan pada kain viscose dan menghasilkan variasi warna yang beragam, mulai dari hijau muda hingga merah muda. Selain memberikan efek pewarnaan, kain yang diberi perlakuan ekstrak kulit manggis juga menunjukkan aktivitas antibakteri tetap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Aktivitas tersebut berkaitan dengan keberadaan senyawa antioksidan yang terkandung dalam ekstrak kulit manggis.

Temuan serupa dilaporkan oleh Cahya & Novrita (2023) yang memanfaatkan kulit manggis sebagai bahan baku pewarna alami untuk kain katun. Dalam penelitian tersebut, penggunaan mordan tunjung (ferro sulfat) terbukti mampu meningkatkan intensitas warna ekstrak sehingga menghasilkan warna cokelat tua yang lebih pekat dibandingkan tanpa perlakuan mordan. Selain memperkuat warna, penggunaan mordan juga menghasilkan distribusi warna yang lebih seragam pada permukaan kain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pigmen yang berasal dari kulit manggis memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan pewarna tekstil alami pada berbagai produk kerajinan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Nguyen dkk., (2025) memanfaatkan kulit manggis sebagai sumber pewarna alami yang ramah lingkungan untuk kain katun. Ekstrak pewarna diperoleh melalui proses pemanasan pada suhu sekitar 80°C selama 30 menit dan menunjukkan performa pewarnaan yang optimal pada kondisi pH netral. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa penggunaan mordan logam,

seperti tembaga sulfat dan besi sulfat, mampu meningkatkan kekuatan warna serta memperbaiki ketahanan luntur kain tetap pencucian. Selain itu, kain yang diwarnai menggunakan ekstrak kulit manggis tetap memiliki kemampuan menyerap kelembapan dengan baik sehingga nyaman digunakan dalam aktivitas sehari-hari.

Kajian mengenai pemanfaatan kulit buah naga sebagai sumber pewarna alami telah dilakukan oleh Mubeena dkk., (2025) menggunakan media kain kapas. Pigmen betasianin yang terkandung dalam kulit buah naga diekstraksi melalui perendaman menggunakan larutan asam sitrat, kemudian diaplikasikan pada kain sehingga menghasilkan warna merah muda yang cerah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan cuka sebagai bahan fiksasi mampu mempertahankan kestabilan warna meskipun kain mengalami proses pencucian berulang. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa ekstrak kulit buah naga dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami tanpa memerlukan mordan logam, sehingga proses pewarnaan menjadi lebih sederhana dan berorientasi pada prinsip ramah lingkungan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sadannavar dkk., (2024) juga menunjukkan potensi limbah kulit buah naga sebagai sumber pewarna alami untuk kain wol. Melalui proses ekstraksi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, pigmen betalain yang diperoleh mampu menghasilkan spektrum warna mulai dari merah muda hingga ungu tua. Variasi warna tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak serta suhu yang digunakan selama proses pewarnaan. Selain memberikan efek pewarnaan, kain yang dihasilkan juga memiliki aktivitas antibakteri tetap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk tekstil tanpa memberikan dampak negatif tetap lingkungan.

Kajian mengenai efektivitas tawas sebagai mordan telah dilakukan oleh *Agent & Temperature*, (2023) menggunakan ekstrak kulit buah delima yang kaya akan senyawa polifenol dan flavonoid sebagai sumber pewarna alami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tawas berfungsi meningkatkan kemampuan zat warna untuk berikatan dengan serat kain sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih kuat dan merata. Penggunaan tawas juga memberikan pengaruh positif tetap tingkat kecerahan warna serta meningkatkan ketahanan warna tetap pencucian dan paparan

cahaya. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa tawas merupakan mordant yang efektif dalam meningkatkan mutu pewarnaan tekstil berbahan alami.

Efektivitas tawas sebagai mordant juga dibuktikan dalam penelitian yang dilakukan oleh Kusumastuti dkk., (2024) menggunakan ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa*) sebagai sumber pewarna alami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan tawas mampu meningkatkan daya ikat zat warna pada serat tekstil sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih pekat, merata, dan stabil. Selain itu, penggunaan tawas terbukti meningkatkan ketahanan warna tetap proses pencucian. Berdasarkan temuan tersebut, tawas dinilai memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas pewarnaan tekstil berbasis bahan alami sehingga layak digunakan dalam pengembangan produk tekstil ramah lingkungan.

Selaras dengan hasil penelitian sebelumnya, Ogbose dkk., (2025) melaporkan bahwa penggunaan tawas (*alum*) sebagai mordant pada proses pewarnaan alami sangat efektif dalam meningkatkan kualitas warna kain berbahan kapas. Peran tawas dalam membantu pengikatan pigmen tumbuhan pada serat kain menghasilkan warna yang lebih cerah dan merata. Dibandingkan dengan beberapa mordant logam lainnya, tawas memiliki keunggulan berupa sifat yang lebih ramah lingkungan serta kemampuan mempertahankan karakter warna alami dari pigmen yang digunakan.

Selain aspek pewarna alami, keberhasilan proses pembelajaran juga dipengaruhi oleh media dan perangkat pembelajaran yang digunakan. Salah satu media yang terbukti efektif adalah lembar kerja berbasis proyek. Penelitian yang dilakukan oleh Utami dkk., (2025) menunjukkan bahwa penggunaan lembar kerja dalam kegiatan praktikum mampu meningkatkan aktivitas belajar serta kinerja ilmiah mahasiswa secara signifikan. Struktur kegiatan yang sistematis dalam lembar kerja membantu mahasiswa untuk merumuskan masalah, menyusun hipotesis, merancang percobaan, dan menemukan solusi melalui tahapan proyek yang terarah. Dengan demikian, mahasiswa menjadi lebih aktif, mandiri, dan terlibat secara langsung dalam proses pembelajaran.

Penelitian yang dilakukan oleh Adam dkk., (2022) pada mahasiswa menunjukkan bahwa keterampilan proses sains berada pada kategori sedang dengan tingkat penguasaan yang berbeda pada setiap indikator. Kemampuan merencanakan

percobaan memperoleh capaian yang relatif lebih tinggi dibandingkan indikator lainnya. Sebaliknya, kemampuan mengomunikasikan hasil penelitian dan menafsirkan data masih menunjukkan capaian yang lebih rendah. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa meskipun mahasiswa telah memiliki dasar keterampilan proses sains, pengembangan kemampuan tersebut masih belum merata pada seluruh aspek yang diukur.

Berdasarkan berbagai hasil penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa kulit buah naga dan kulit manggis memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber pewarna tekstil alami. Kandungan pigmen seperti antosianin dan betasianin terbukti mampu menghasilkan warna yang cukup kuat serta memiliki kestabilan yang baik pada serat kain. Di samping itu, penggunaan tawas sebagai mordan telah terbukti meningkatkan daya ikat zat warna tetap serat tekstil sehingga menghasilkan warna yang lebih merata dan lebih tahan tetap kelunturan. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian yang telah dilakukan masih memanfaatkan ekstrak kulit buah naga dan kulit manggis secara terpisah serta menggunakan jenis mordan yang beragam. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang mengintegrasikan kombinasi ekstrak kulit buah naga dan kulit manggis dengan penggunaan tawas sebagai mordan. Integrasi tersebut kemudian dikolaborasikan dengan penerapan lembar kerja berbasis proyek sebagai sarana pembelajaran untuk mendukung pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG