
**Profil Keterampilan Proses Sains Siswa SMP dalam Penggunaan Mikroskop Berbasis
Self-Assessment
Siti Sri Utami¹**¹SMP Negeri 1 Mrebet² Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, FMIPA Universitas Negeri Semarangss_utami2006@students.unnes.ac.id**ABSTRAK**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya Keterampilan Proses Sains (KPS) dalam pembelajaran biologi, khususnya pada penggunaan mikroskop yang seringkali terhambat oleh kendala situasional seperti keterbatasan alat dan waktu. Permasalahan utama dalam kajian ini adalah fluktuasi capaian indikator KPS siswa serta adanya kesenjangan antara keterampilan teknis dan sikap pemeliharaan alat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil KPS siswa melalui metode penilaian diri sendiri (*self-assessment*). Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan melibatkan 32 siswa sebagai sampel. Data dikumpulkan menggunakan instrumen penilaian diri yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Hasil temuan saintifik menunjukkan bahwa rata-rata capaian KPS siswa berada pada kategori baik dengan persentase sebesar 66,35%. Namun, terdapat disparitas signifikan antar indikator, di mana keterampilan mencari fokus objek mencapai skor tertinggi, sementara aspek pemeliharaan instrumen menunjukkan skor terendah. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adanya pengaruh beban kognitif dan kelelahan mental di akhir sesi praktikum. Kesimpulannya, metode penilaian diri efektif dalam memotret profil metakognitif siswa, namun diperlukan strategi instruksional yang lebih adaptif untuk meningkatkan aspek tanggung jawab terhadap instrumen laboratorium.

Kata Kunci : Keterampilan Proses Sains; Laboratorium IPA; Mikroskop; *Self-Assessment*.

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) lebih menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi siswa melalui observasi dan eksperimen. Murtinugraha *et al.*, (2021) dalam Jurnal yang berjudul Pelatihan Penyusunan Modul Blended Learning Sebagai Upaya Pembelajaran Kreatif Abad 21 menyebutkan bahwa keberhasilan pembelajaran di sekolah tidak bisa ditentukan dengan hanya pencapaian kompetensi dalam aspek pengetahuan saja, tetapi juga pada aspek sikap dan keterampilan. Keterampilan Proses Sains (KPS) merupakan salah satu pilar utama dalam aktivitas ini.

Keterampilan Proses Sains (KPS) merupakan kompetensi fundamental dalam pendidikan biologi yang mengintegrasikan penguasaan kognitif dengan keterampilan psikomotorik. Salah satu implementasi krusial KPS di tingkat sekolah menengah adalah kemampuan pengoperasian instrumen optik berupa mikroskop. Penguasaan alat ini bukan sekadar aspek teknis, melainkan gerbang utama bagi siswa untuk memahami konsep biologis pada level mikroskopis secara empiris. Namun, efektivitas pencapaian KPS dalam praktikum mikroskop seringkali terdistorsi oleh kendala situasional, seperti keterbatasan rasio alat dibanding jumlah siswa serta manajemen waktu praktikum yang restriktif. Kondisi ini diperparah oleh rendahnya optimalisasi teknik pengamatan yang dilakukan siswa. Sebagaimana ditegaskan oleh Djunaid & Bannang (2025), penguasaan teknik dasar yang kurang maksimal dapat menghambat kualitas hasil pengamatan saintifik, sehingga tujuan praktikum untuk memahami objek mikroskopis secara utuh seringkali tidak tercapai secara

optimal. Menurut Rosdiana & Erlin, (2022), penggunaan laboratorium IPA sebagai sarana praktikum sangat efektif untuk meningkatkan KPS siswa dikarenakan ketika menggunakan laboratorium IPA memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan objek kajian ilmiah.

Penelitian mengenai optimalisasi mikroskop telah berkembang ke arah digitalisasi, baik melalui modifikasi instrumen fisik menggunakan modul berbasis Raspberry Pi untuk memudahkan visualisasi (Muqoddam *et al.*, 2019), maupun penggunaan mikroskop virtual sebagai substitusi laboratorium fisik. Namun, penggunaan teknologi virtual ditemukan dapat memicu beban kognitif yang tinggi pada siswa, yang justru berpotensi menghambat kedalaman analisis saintifik (Kholisah, 2025). Di tengah tren digitalisasi tersebut, terdapat keterbatasan informasi mengenai bagaimana profil Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa saat berinteraksi langsung dengan mikroskop konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi capaian KPS melalui metode *self-assessment*.

Kebaruan ilmiah (scientific novelty) dari naskah ini terletak pada sintesis profil KPS multidimensi yang diperoleh melalui instrumen *self-assessment* yang terukur. Penelitian ini membedah diskoneksi antara kemampuan manipulatif (teknis) dan kemampuan afektif-operasional (pemeliharaan) di bawah tekanan situasional praktikum. Berbeda dengan pendekatan evaluasi konvensional, naskah ini menawarkan perspektif mengenai tingkat metakognitif siswa dalam menyadari kompetensi dan limitasi mereka saat berinteraksi dengan instrumen laboratorium.

Permasalahan penelitian difokuskan pada fluktuasi capaian indikator KPS siswa dan identifikasi faktor penghambat yang dominan dalam aktivitas laboratorium. fokus kajian yang diajukan adalah terdapat disparitas signifikan antara capaian kemampuan mencari fokus objek yang cenderung tinggi dengan kemampuan pemeliharaan instrumen yang cenderung rendah akibat mental fatigue di akhir durasi praktikum. Oleh karena itu, tujuan kajian ini adalah untuk menganalisis profil KPS siswa secara komprehensif melalui *self-assessment* pada materi mikroskop, sekaligus memberikan landasan empiris bagi pengembangan strategi instruksional praktikum yang lebih adaptif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Metode ini dipilih untuk memberikan gambaran secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai profil Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa dalam penggunaan mikroskop melalui evaluasi berbasis *self-assessment*. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII SMP di SMP Negeri 1 Mrebet. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, yakni kuesioner akan dibagikan kepada siswa yang telah mendapatkan materi atau sudah pernah melakukan praktikum menggunakan mikroskop.

1. Instrumen Penelitian

Data dikumpulkan menggunakan instrumen Kuesioner Evaluasi Mandiri (*Self-Assessment*). Instrumen terdiri dari 4 indikator utama berdasarkan prosedur standar penggunaan mikroskop cahaya yang akan dikembangkan lagi menjadi 10 butir pertanyaan. Setiap butir dinilai menggunakan skala Likert 1-4 (Kurang Mampu hingga Sangat Mampu). Selain itu, disediakan pertanyaan terbuka untuk menjaring data kualitatif mengenai kendala spesifik yang dihadapi siswa.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar penilaian diri (*self-assessment*) untuk mengukur Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa dalam penggunaan mikroskop. Butir pernyataan dalam instrumen ini diadaptasi dari standar operasional penggunaan mikroskop menurut Alianto *et al.*, (2025), yang mencakup tahap persiapan, pengaturan cahaya, pencarian fokus, hingga pemeliharaan alat. Berikut adalah instrumen Kuesioner Evaluasi Mandiri (*Self-Assessment*) yang digunakan.

Tabel 1. Kisi-kisi Instrumen *Self-Assessment* Keterampilan Proses Sains (KPS)

No	Pernyataan Mikroskop	Prosedur	Penggunaan	Penilaian			
				4	3	2	1
A Tahap Persiapan dan Penanganan Alat							
1.	Saya mampu membawa mikroskop dengan memegang lengan dan menumpu bagian kaki secara benar.						
2.	Saya mampu membersihkan lensa objektif dan okuler menggunakan kertas lensa/tisu khusus sebelum digunakan.						
B Pengaturan Cahaya & Penempatan Objek							
3.	Saya dapat mengatur cermin atau menyalakan lampu hingga mendapatkan cahaya yang terang merata.						
4.	Saya memahami cara menggeser diafragma untuk menyesuaikan intensitas cahaya yang masuk.						
5.	Saya mampu meletakkan kaca preparat tepat di tengah lubang meja mikroskop dan menjepitnya agar tidak geser.						
C Pencarian Bayangan & Fokus (KPS)							
6.	Saya selalu memulai pengamatan dengan posisi lensa objektif pada perbesaran paling rendah.						
7.	Saya mampu memutar makrometer untuk mencari bayangan objek sampai terlihat jelas.						
8.	Saya dapat menggunakan mikrometer untuk mempertajam gambar objek yang sudah ditemukan.						
D Pemeliharaan & Sikap Kerja							
9.	Saya sangat berhati-hati agar ujung lensa objektif tidak menyentuh/menabrak kaca preparat.						
10.	Saya mampu merapikan kembali mikroskop (posisi lensa terendah/off) setelah selesai digunakan.						

Keterangan :

Skor 4 (Sangat Mampu): Melakukan dengan benar secara mandiri.

Skor 3 (Mampu): Melakukan dengan benar namun terkadang ragu-ragu.

Skor 2 (Cukup Mampu): Memerlukan sedikit bantuan atau arahan guru/teman.

Skor 1 (Kurang Mampu): Tidak tahu caranya atau membutuhkan bimbingan penuh.

Pertanyaan Terbuka

1. Bagian mana dari prosedur penggunaan mikroskop yang menurut Anda paling sulit dilakukan? (Misal: mencari cahaya, memfokuskan gambar, atau membedakan bagian sel).

Jawab:

2. Apa yang Anda butuhkan agar lebih mahir dalam menggunakan alat laboratorium (mikroskop)? (Misal: video tutorial, buku panduan bergambar, atau waktu praktikum lebih lama).

Jawab:

2. Uji Coba Instrumen

Prosedur pengembangan instrumen mengacu pada prinsip metodologi Rachman *et al.*, (2023), yang menekankan pentingnya validitas dan reliabilitas instrumen untuk menjamin akurasi data. Oleh karena itu, peneliti melakukan uji validitas dan reliabilitas empiris kepada 32 siswa di luar sampel penelitian yang memiliki karakteristik setara. Berdasarkan data pada tabel 2 dibawah ini, nilai r_{tabel} ditentukan melalui distribusi nilai r tabel Product Moment pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dengan $df = N - 2 = 30$, sehingga diperoleh nilai r_{tabel} sebesar 0,349. Hasil uji menunjukkan nilai r_{hitung} untuk ke-10 butir pernyataan lebih besar dari r_{tabel} (0,349), sehingga seluruh butir dinyatakan valid.

Sementara itu, data dari pertanyaan terbuka dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif melalui tiga tahapan model Miles & Huberman, yaitu reduksi data (merangkum dan memilih kendala utama), penyajian data dalam bentuk tabel taksonomi persepsi, dan penarikan kesimpulan.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Instrumen

Butir Pernyataan	Pearson Correlation (r_{hitung})	Sig. (2-tailed)	r_{tabel}	Keterangan
P1	0,551	0,001	0,349	Valid
P2	0,613	0,000	0,349	Valid
P3	0,546	0,001	0,349	Valid
P4	0,534	0,002	0,349	Valid
P5	0,589	0,000	0,349	Valid
P6	0,567	0,001	0,349	Valid
P7	0,544	0,001	0,349	Valid
P8	0,562	0,001	0,349	Valid
P9	0,533	0,002	0,349	Valid

Butir Pernyataan	Pearson Correlation (r_{hitung})	Sig. tailed)	(2- r_{tabel}	Keterangan
P10	0,551	0,001	0,349	Valid

Selanjutnya, hasil uji reliabilitas yang terlampir pada Gambar 1, menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,846 yang berarti instrumen ini memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi dan layak digunakan.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.846	10

Gambar 1. Hasil Uji Reliabilitas

Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan statistik deskriptif dengan menghitung persentase skor rata-rata pada setiap indikator. Rumus yang digunakan adalah:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Dimana P adalah persentase, f adalah skor yang diperoleh, dan N adalah skor maksimal. Hasil persentase kemudian dikategorikan ke dalam tingkat kemampuan (Sangat Baik, Baik, Cukup, dan Kurang).

Tabel 3. Kategori Tingkat Kemampuan Siswa

Rentang Persentase	Kategori
81-100%	Sangat Baik
61-80%	Baik
41-60%	Cukup
> 40%	Kurang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data keterampilan proses sains yang meliputi indikator keterampilan menggunakan mikroskop, yang dibagi menjadi 4 bagian yaitu : (1) Tahap persiapan dan penanganan alat; (2) Penggunaan teknik dan fokus objek; (3) Observasi dan identifikasi struktur; (4) Pemeliharaan alat dan sikap kerja diperoleh dari 32 responden yaitu 32 siswa SMP Negeri 1 Mrebet kelas VIII yang telah mendapatkan materi atau sudah pernah melakukan praktikum menggunakan mikroskop.

Penggunaan metode *self-assessment* dalam penelitian ini dipilih karena efektivitasnya dalam melibatkan siswa secara aktif untuk memantau capaian belajarnya sendiri. Sebagaimana ditemukan oleh Uji & Kasriana (2024), penggunaan penilaian mandiri pada siswa kelas VIII SMP terbukti memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar karena mendorong siswa untuk lebih reflektif terhadap proses pembelajaran yang mereka lalui. Berdasarkan pengumpulan data melalui instrumen *self-assessment* Keterampilan Proses Sains (KPS) dan pertanyaan terbuka kepada 32 responden, diperoleh data capaian pada setiap indikator yang disajikan dalam Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Persentase Capaian KPS Siswa

Indikator KPS	Persentase (%)	Kategori
Tahap Persiapan dan Penanganan Alat	74,6	Baik
Pengaturan Cahaya & Penempatan Objek	69,5	Baik
Pencarian Bayangan & Fokus	72,1	Baik
Pemeliharaan dan Sikap Kerja	49,2	Cukup
Rata-rata Keseluruhan	66,35	Baik

Keterangan:

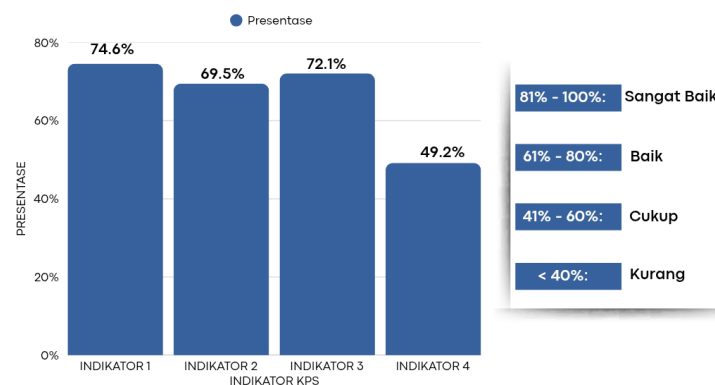
81 – 100% (Sangat Baik)

61 - 80% (Baik)

41 - 60% (Cukup)

< 40% (Kurang)

Data pada Tabel 4 kemudian divisualisasikan ke dalam grafik sebaran data yang ditunjukkan oleh Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Diagram Batang Capaian KPS per Indikator

Selain dengan instrumen pertanyaan terkait keterampilan penggunaan mikroskop yang dijabarkan dalam 4 indikator diatas, data juga diambil dari 2 pertanyaan terbuka. Untuk memperdalam analisis terhadap capaian KPS siswa, dilakukan penggalan data kualitatif melalui instrumen pertanyaan terbuka. Hal ini bertujuan untuk melakukan triangulasi data guna memahami hambatan nyata yang dihadapi siswa selama proses praktikum berlangsung. Berdasarkan reduksi data terhadap jawaban 32 responden, ditemukan pola-pola kendala dan kebutuhan siswa yang diringkas dalam Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Ringkasan Persepsi Siswa terhadap Kendala dan Kebutuhan Praktikum

Aspek	Temuan Utama dari Jawaban Siswa
Kendala Teknis	Kesulitan dalam sinkronisasi cahaya melalui cermin dan memfokuskan

Aspek	Temuan Utama dari Jawaban Siswa
	bayangan pada perbesaran kuat.
Kondisi Fasilitas	Keluhan mengenai kejelasan lensa mikroskop (buram) dan keterbatasan jumlah alat.
Faktor Waktu	Durasi praktikum dianggap terlalu singkat sehingga tahap akhir (pembersihan alat) terabaikan.
Harapan Siswa	Kebutuhan akan panduan visual (video tutorial) dan perpanjangan waktu praktikum.

Berdasarkan analisis data terkait Keterampilan Proses Sains yang meliputi indikator keterampilan menggunakan mikroskop, yang dibagi menjadi 4 bagian yaitu : (1) ITahap persiapan dan penanganan alat; (2) Penggunaan teknik dan fokus objek; (3) Observasi dan identifikasi struktur; (4) Pemeliharaan alat dan sikap kerja, dan juga pertanyaan terbuka terkait kendala dan kebutuhan siswa menunjukkan bahwa secara umum Keterampilan Proses Sains siswa telah mencapai kategori Baik, namun terdapat kesenjangan proses sains yang signifikan antara kemampuan manipulasi teknis dengan tanggung jawab prosedural. Berikut adalah analisis saintifik terhadap temuan tersebut:

1. Fenomena Adaptasi Teknis dan Visual (Indikator 1, 2, dan 3)

Data kuantitatif pada Tabel 4, menunjukkan bahwa siswa memiliki kesiapan kognitif dan motorik yang memadai pada tahap persiapan (74,6%), pengaturan cahaya & penempatan objek (69,5%), serta pencarian bayangan & fokus (72,1%). Temuan ini menunjukkan bahwa siswa memiliki kesiapan kognitif dan psikomotorik yang memadai dalam mengoperasikan mikroskop. Secara saintifik, tingginya capaian pada indikator persiapan dan pencarian fokus mencerminkan keberhasilan fase encoding informasi visual. Destiyanti & Pramowardhani, (2026) dalam bukunya yang berjudul *Neurosains Pendidikan* menyatakan bahwa dalam proses belajar, siswa harus mengintegrasikan 3 fungsi yaitu Kognitif, Afektif, dan Psikomotorik agar proses belajar bisa optimal dan lebih bermakna. Saat siswa mempelajari suatu materi, kemampuan berpikir mereka aktif bekerja untuk mencerna berbagai konsep dan teori yang diajarkan. Akan tetapi, seberapa dalam pemahaman yang diperoleh sangat bergantung pada keadaan emosional dan psikologis mereka, seperti dorongan belajar, ketertarikan terhadap materi, rasa penasaran, serta bagaimana mereka memandang mata pelajaran dan pengajarnya. Lebih lanjut, aspek keterampilan fisik turut berperan penting ketika siswa mulai mempraktikkan ilmu yang telah dipelajari melalui berbagai kegiatan seperti latihan langsung, percobaan di laboratorium atau simulasi.

Selain itu tingginya akurasi profil KPS yang diperoleh melalui penilaian mandiri ini berkaitan erat dengan kesadaran metakognitif siswa. Sebagaimana dijelaskan oleh Fitria *et al.*, (2020), terdapat hubungan yang signifikan antara kesadaran metakognitif dengan hasil belajar IPA. Kemampuan siswa dalam memantau (*monitoring*) dan mengevaluasi tindakan teknis mereka saat menggunakan mikroskop menunjukkan tingkat keterlibatan kognitif yang tinggi, yang pada akhirnya memengaruhi ketepatan mereka dalam menilai kemampuan diri sendiri. Dengan demikian, capaian baik pada indikator ini menunjukkan bahwa siswa mampu menerjemahkan instruksi kerja menjadi tindakan nyata.

Meskipun pada indikator pengaturan cahaya & penempatan objek terdapat hambatan berupa kesulitan mencari cahaya, capaian 69,5% membuktikan terjadinya proses adaptasi psikomotorik. Siswa melakukan koordinasi antara sistem optik mikroskop dengan persepsi visual mereka. Keterlibatan sensorik secara langsung dalam praktikum memperkuat retensi

memori terhadap prosedur teknis (Judijanto *et al.*, 2025). Pernyataan tersebut mendukung fokus kajian bahwa penggunaan alat secara langsung dapat menstimulasi keterampilan proses sains pada aspek observasi. Data kuantitatif ini diperjelas oleh temuan kualitatif pada Tabel 5, di mana hambatan utama siswa terletak pada koordinasi mekanis alat. Hal ini sejalan dengan kajian Djunaid & Bannang (2025) yang menyatakan hal serupa. Kesulitan siswa dalam menyelaraskan pemutar kasar (makrometer) dan halus (mikrometer) berpotensi menurunkan kualitas pengamatan visual secara keseluruhan.

2. Analisis Saintifik Degradasi Kinerja akibat Tekanan Waktu (Indikator 4)

Indikator pemeliharaan & sikap kerja memperoleh skor terendah (49,2%) dengan kategori cukup sebagaimana tertera pada Tabel 4. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui mekanisme Beban Kognitif (*Cognitive Load*) dan Tekanan Waktu (*Time Pressure*). Melalui data kualitatif pada Tabel 5, terekam temuan empiris di mana 100% siswa mengeluhkan durasi praktikum yang sangat singkat. Secara saintifik, ketika siswa bekerja dalam batasan waktu yang ketat, otak akan memprioritaskan "tujuan utama" yaitu mendapatkan data observasi dan mengabaikan "prosedur periferal" yaitu membersihkan alat. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan fokus pada aspek afektif laboratorium.

Kondisi lensa yang buram sebagaimana dilaporkan siswa dalam data kualitatif Tabel 5 turut memperparah beban kognitif ini karena siswa harus menghabiskan lebih banyak energi pada tahap awal pencahayaan. Akibatnya, rentetan beban kognitif yang menumpuk dari tahap awal berpotensi memicu indikasi kelelahan mental (*mental fatigue*) di akhir sesi yang berdampak pada pengabaian tahap pemeliharaan. Fenomena ini relevan dengan hasil penelitian Asmarista (2023) yang membuktikan bahwa keterbatasan waktu berbanding terbalik dengan ketelitian perilaku ilmiah di laboratorium. Penelitian juga menyebutkan hal yang sama, seperti Julianti & Nuqul, (2022), dalam penelitiannya yang berjudul Pengaruh mental distress dan Social Media Fatigue terhadap learning burnout pada mahasiswa di masa pandemi Covid-19 menjelaskan bahwa kondisi kelelahan (*fatigue*) dan tekanan dalam proses pembelajaran dapat memicu *learning burnout*, yang ditandai dengan penurunan motivasi serta berkurangnya ketelitian dalam menyelesaikan tugas secara tuntas. Dalam konteks praktikum ini, kelelahan kognitif setelah proses mencari fokus objek yang rumit membuat siswa cenderung mengabaikan prosedur akhir seperti pembersihan dan penyimpanan alat. Dengan demikian, rendahnya capaian pemeliharaan bukan sekadar masalah teknis, tetapi fenomena saintifik akibat tekanan waktu dan beban kognitif.

Tidak hanya faktor tekanan waktu, rendahnya capaian pada Indikator pemeliharaan & sikap kerja (49,2%) dapat ditinjau dari aspek kebiasaan kerja ilmiah (*scientific habit*). Rendahnya skor pada indikator ini menunjukkan bahwa siswa belum memposisikan pemeliharaan alat sebagai bagian integral dari proses sains, bukan sekadar tugas tambahan setelah praktikum. Secara psikologis, siswa cenderung mengalami penurunan motivasi setelah tujuan utama dalam hal ini yaitu menemukan objek tercapai. Fenomena ini disebut sebagai *completion bias*, di mana kepuasan telah menemukan hasil akhir membuat prosedur pasca-praktikum dianggap tidak lagi krusial.

3. Urgensi Media Instruksional sebagai Penyangga (*Scaffolding*) KPS

Temuan ilmiah selanjutnya dalam penelitian ini adalah adanya ketergantungan siswa yang tinggi terhadap instruksi lisan, yang terbukti kurang efisien. Hal ini diperkuat oleh data kualitatif di mana 85% siswa secara eksplisit mengharapkan adanya video tutorial sebelum praktikum dimulai. Secara saintifik, rendahnya efisiensi instruksi verbal di laboratorium dapat dijelaskan melalui Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory*). Menurut Sari (2022) Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory*) adalah kerangka teoretis yang dikembangkan John Sweller (akhir 1980-an) yang menjelaskan bahwa memori kerja manusia terbatas dalam memproses informasi. Dalam lingkungan laboratorium yang dinamis dan cenderung bising, instruksi verbal memiliki risiko kehilangan informasi (*information loss*) yang sangat tinggi

karena keterbatasan kapasitas memori kerja (*working memory*) siswa.

Kebutuhan akan video tutorial mencerminkan perlunya visual *scaffolding* untuk membantu memori jangka pendek siswa dalam mengingat langkah-langkah prosedural yang rumit. Dengan bantuan media visual sebelum praktikum, beban kognitif siswa saat di laboratorium dapat dikurangi, sehingga waktu dapat dialokasikan secara seimbang antara pengamatan dan pemeliharaan alat. Hal ini mendukung penelitian Wati (2021) bahwa media visual mampu meningkatkan efisiensi prosedural dan kemandirian siswa dalam praktikum sains. Dengan demikian, penyediaan media instruksional visual menjadi solusi penting untuk meningkatkan keterampilan proses sains secara komprehensif.

4. Sintesis dan Jawaban terhadap fokus kajian

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dipaparkan, penelitian ini secara komprehensif menjawab fokus kajian yang diajukan pada bagian pendahuluan. Hasil perhitungan rata-rata KPS sebesar 66,35% (Baik) membuktikan bahwa penggunaan mikroskop secara langsung dalam pembelajaran biologi efektif dalam menstimulasi keterampilan proses sains siswa. Namun, sintesis dari temuan ini mengungkap sebuah fakta ilmiah penting bahwa KPS tidak berkembang sebagai satu kesatuan linear, melainkan sebagai serangkaian kompetensi yang saling dipengaruhi oleh faktor eksternal.

Meskipun fokus kajian utama terbukti yaitu adanya peningkatan keterampilan pengamatan dan manipulasi alat terdapat temuan "anomali" pada aspek pemeliharaan alat. Sintesis penelitian menunjukkan adanya ketidakseimbangan fungsional; siswa mahir dalam aspek *discovery* (penemuan objek), namun lemah dalam aspek *stewardship* (tanggung jawab alat). Secara saintifik, ini membuktikan bahwa penguasaan teknis tidak serta-merta diikuti oleh penguatan sikap ilmiah jika tidak didukung oleh manajemen waktu yang proporsional dan media instruksional yang memadai.

Oleh karena itu, jawaban terhadap fokus kajian penelitian ini tidak sekadar menyatakan "berhasil", tetapi juga memberikan catatan kritis. Praktikum mikroskop di tingkat SMP berhasil membangun keterampilan dasar, namun memerlukan intervensi tambahan berupa media *scaffolding* visual untuk mengatasi hambatan kognitif yang timbul akibat tekanan waktu. Sintesis ini memberikan landasan baru bahwa pengajaran KPS harus mengintegrasikan antara aspek psikomotorik (penggunaan alat) dan aspek afektif (pemeliharaan alat) secara simultan melalui desain instruksional yang lebih efisien.

5. Implikasi Hasil Penelitian

Secara teoritis, penelitian ini memberikan pemahaman baru bahwa Keterampilan Proses Sains (KPS) tidak bersifat tunggal, melainkan merupakan integrasi kompleks antara kemampuan kognitif, psikomotorik, dan afektif yang saling bergantung. Temuan ini mengimplikasikan bahwa keberhasilan KPS siswa tidak hanya ditentukan oleh pemahaman prosedur di atas kertas, tetapi sangat dipengaruhi oleh faktor situasional lingkungan kerja, seperti manajemen waktu dan kondisi fisik alat. Hal ini mendukung teori bahwa performa siswa di laboratorium sangat rentan terhadap beban kognitif berlebih (*cognitive overload*); ketika kendala teknis (alat buram) dan tekanan waktu muncul bersamaan, maka aspek sikap ilmiah (pemeliharaan alat) akan menjadi bagian yang pertama kali terdegradasi.

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan rekomendasi konkret bagi perbaikan manajemen laboratorium dan desain pembelajaran di sekolah:

a. Redesain Panduan Praktikum

Guru perlu melakukan transformasi pada panduan praktikum konvensional dengan mengintegrasikan instruksi visual berbasis video tutorial. Implikasinya, siswa memiliki "peta mental" yang jelas sebelum masuk ke laboratorium, sehingga durasi praktikum yang terbatas tidak lagi habis hanya untuk memahami prosedur dasar, melainkan bisa dialokasikan lebih banyak untuk eksplorasi dan pemeliharaan alat.

b. Standarisasi Kelayakan Alat

Pihak sekolah perlu memperhatikan aspek teknis seperti kebersihan lensa dan pencahayaan mikroskop secara berkala. Kondisi alat yang prima bukan hanya masalah teknis, tetapi merupakan faktor krusial yang menentukan kenyamanan kognitif siswa dalam belajar.

c. Integrasi Penilaian Afektif

Rendahnya skor pemeliharaan alat mengimplikasikan perlunya sistem penilaian yang lebih ketat pada aspek proses (sikap kerja), bukan hanya pada hasil akhir (gambar pengamatan). Dengan demikian, KPS siswa dapat berkembang secara komprehensif, mencakup keseimbangan antara ketajaman observasi dan tanggung jawab terhadap etika kerja di laboratorium.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa profil Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa pada materi penggunaan mikroskop secara keseluruhan berada pada kategori baik (66,35%). Namun, ditemukan disparitas yang nyata antara indikator keterampilan teknis dengan indikator afektif-operasional. Siswa menunjukkan kompetensi yang tinggi dalam aspek manipulasi alat seperti mencari fokus dan mengatur pencahayaan, namun mengalami penurunan performa pada aspek pemeliharaan dan pembersihan alat pascapraktikum (49,2%). Kondisi ini membuktikan bahwa tekanan waktu dan tingginya beban kognitif selama prosedur pengamatan memengaruhi tingkat kedisiplinan siswa dalam menjaga integritas instrumen laboratorium. Secara keseluruhan, penggunaan metode penilaian diri (*self-assessment*) terbukti mampu memberikan gambaran reflektif mengenai kompetensi internal siswa secara akurat.

Sebagai implikasi praktis dan tindak lanjut nyata untuk menyeimbangkan seluruh dimensi KPS secara komprehensif, direkomendasikan tiga strategi intervensi di laboratorium:

1. Penerapan Lembar Checklist Akhir Praktikum: Guru menyediakan lembar kontrol fisik pemeliharaan alat mandiri yang wajib diisi dan ditandatangani oleh ketua kelompok sebelum mikroskop dikembalikan ke lemari penyimpanan.
2. Penyusunan Rubrik Sikap Kerja: Mengubah sistem penilaian praktikum agar tidak hanya berorientasi pada produk (gambar sel), melainkan mengintegrasikan bobot nilai psikomotorik-afektif khusus sebesar 20% untuk aspek pemeliharaan instrumen.
3. Standardisasi SOP Berbasis Visual *Scaffolding*: Menyediakan panduan visual singkat berbentuk kode QR video tutorial pembersihan lensa dan pemeliharaan alat yang ditempelkan langsung di setiap meja praktikum untuk memotong ketergantungan instruksi verbal yang tidak efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Alianto, A., Sabariah, V., & Tururaja, T. S. (2025). Panduan pengenalan dan penggunaan mikroskop bagi mahasiswa dan peneliti plankton di laboratorium. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 1662-1668.
- Asmarista, N. A. (2023). *Pengaruh Manajemen Waktu dan Kedisiplinan Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X Ipa di SMA Bima Ambulu Jember (Doctoral dissertation, UIN KH Achmad Siddiq Jember)*. Jember : Repositori Institusi.
- Destiyanti, I. C., & Pramowardhani, A. (2026). *Neurosains Pendidikan*. Bogor: Divya Media Pustaka.
- Djunaid, U., & Bannang, A. (2025). Optimalisasi Pengamatan Mikroskopis: Panduan dan Teknik Penggunaan Mikroskop dalam Praktikum Laboratorium. *Jurnal Biologi Babasal*, 4(1), 77-86.
- Fitria, L., Jamaluddin, J., & Artayasa, I. P. (2020). Analisis hubungan antara kesadaran metakognitif dengan hasil belajar matematika dan IPA siswa SMA di Kota Mataram.

- Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran, dan Pembelajaran*, 6(1), 147-155.
- Judijanto, L., Abdullah, G., Asshagab, S. M., Darwis, R., Setyaningrum, S., Wiliyanti, V., ... & Busra, S. (2025). *Pembelajaran IPA: Teori dan Praktik*. Jambu : PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Julianti, M., & Nuqul, F. L. (2022). Pengaruh mental distress dan Social Media Fatigue terhadap learning burnout pada mahasiswa di masa pandemi Covid-19. *Journal of Indonesian Psychological Science*, 3(2), 169-178.
- Kholisah, S. (2025). Persepsi Guru dan Siswa terhadap Penerapan Teknologi Mikroskop Virtual dan Simulasi Biologi. *Jurnal Ilmiah IPA dan Matematika (JIIM)*, 3(3), 93-102.
- Muqoddam, M., Kartika, W., & Wibowo, S. A. (2020). Modul Digitalisasi Mikroskop. *Medika Teknika : Jurnal Geknik Elektromedik Indonesia*, 2(1), 19-26.
- Murtinugraha, R. E. ., Aprilin S, R., & Ramadan, M.A. (2021). Pelatihan Penyusunan Modul Blended Learning Sebagai Upaya Pembelajaran Kreatif Abad 21. *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 79-86
- Rachman, A., Samanlangi, A. I., & Purnomo, H. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Karawang : CV Saba Jaya Publisher.
- Rosdiana, D., & Erlin, E. (2022). Analisis efektivitas penggunaan laboratorium ipa sebagai sarana praktikum untuk meningkatkan keterampilan proses sains melalui metode eksperimen. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi* 10(1), pp. 25-34,
- Sari, F. F. (2022). Pembelajaran Dasar-Dasar Statistik Mengacu Pada Teori Beban Kognitif (Cognitive Load Theory) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Media Pendidikan Matematika*, 10(2), 155-166.
- Uji, L. T., & Kasriana, K. (2024). Pengaruh Metode Simulasi Berbasis *Self-Assessment* Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VIII SMP Negeri Ilath Kabupaten Buru. *JUSTE (Journal of Science and Technology)*, 5(1), 31-37.
- Wati, A. (2021). Penggunaan media virtual laboratory untuk meningkatkan penguasaan konsep materi dan kemandirian siswa melakukan praktikum. *Jurnal Guru Dikmen Dan Diksus*, 4(2), 256-270.