

Pendidikan Sains Berkelanjutan: Analisis Literatur Terhadap Metode Pembelajaran *Inquiry-Based Learning* (IBL) pada Praktikum *Green chemistry* untuk Mengetahui Keterampilan Proses Sains Siswa

Yusri Hajjo Dwipa¹, Millari Cindi Alfinsa¹, and Setia Rahmawan^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia.

*Email: setia.rahmawan@uin-suka.ac.id

ABSTRACT

Science education, particularly in chemistry, faces persistent challenges in fostering students' conceptual understanding and their ability to apply knowledge in practical contexts. These challenges are often exacerbated by traditional teaching methods that fail to engage students or promote active learning. Developing students' science process skills (SPS) is essential for building scientific literacy, enhancing inquiry abilities, and cultivating scientific attitudes. Inquiry-Based Learning (IBL) has emerged as a promising pedagogical approach to address these issues. This study presents a literature review examining the implementation of IBL in Green Chemistry practicums and its impact on students' science process skills. Ten peer-reviewed articles were analyzed thematically to evaluate pedagogical strategies, learning outcomes, and reported challenges. The findings indicate that integrating IBL into Green Chemistry laboratories effectively enhances students' inquiry skills, critical thinking, and engagement, while promoting sustainability awareness. The synthesis suggests that IBL holds strong potential to support sustainable and student-centered science education. This review provides insights for educators and curriculum designers aiming to innovate chemistry laboratory instruction through inquiry and green principles.

Keywords: Inquiry-based learning, Science process skills, Green chemistry, Practicum

ABSTRAK

Pendidikan sains terutama dalam bidang kimia, menghadapi tantangan signifikan dalam memastikan pemahaman konseptual siswa serta kemampuan mereka menerapkan pengetahuan secara praktis. Hambatan ini semakin diperparah oleh keterbatasan metode pembelajaran yang mampu membangkitkan minat belajar siswa serta mendorong keterlibatan aktif mereka dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, dalam konteks pembelajaran kimia, penting untuk mengembangkan keterampilan proses sains siswa sebagai sarana untuk memperoleh pengetahuan, mengasah keterampilan, dan membentuk sikap ilmiah. Metode *Inquiry-Based Learning* (IBL) hadir sebagai pendekatan pedagogis yang dinilai mampu menjawab semua tantangan yang ada. Penelitian ini berbasis literatur review untuk mengevaluasi penelitian yang membahas tentang implementasi metode pembelajaran *Inquiry-Based Learning* (IBL) dalam konteks praktikum *green chemistry* serta bagaimana

pengaruhnya terhadap keterampilan proses sains siswa. Penelitian ini dilakukan terhadap 10 artikel. Hasil analisis dan pembahasan 10 artikel yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa integrasi pendekatan *Inquiry-Based Learning* (IBL) dalam pelaksanaan praktikum *green chemistry* memiliki potensi besar dalam mendorong terwujudnya pendidikan sains yang berkelanjutan.

Kata Kunci: *Inquiry-based learning*, Keterampilan proses sains, *Green chemistry*, Praktikum

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran seringkali menghadapi berbagai tantangan, khususnya dalam konteks pendidikan sains. Masalah yang sering dihadapi siswa dalam belajar antara lain kurangnya keterampilan berpikir kritis, minimnya pemahaman konseptual, hingga rendahnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Salah satu faktor utama yang menyebabkan hal ini adalah metode pembelajaran yang kurang variatif dan kurang mampu mendorong siswa untuk aktif mengeksplorasi dan membangun pemahaman mereka sendiri (Fawaid & Nadifah, 2024). Suatu proses pembelajaran akan menyenangkan jika disampaikan melalui metode yang menarik. Metode pembelajaran yang masih banyak diterapkan yaitu metode verbal klasik, *Teacher Centered Learning* (TCL), dan non konstruktivis (Hasanah & Karnawati, 2022). Hal tersebut memengaruhi peserta didik dalam menerima materi pembelajaran dimana peserta didik lebih cenderung bersikap pasif di dalam kelas. Peserta didik lebih banyak mendengarkan sehingga merasa bosan dan berakhir tidak mengikuti proses pembelajaran dengan baik (Putra dkk., 2018).

Pendekatan pembelajaran tradisional yang sering kali berpusat pada guru cenderung membuat siswa menjadi pasif dan hanya menerima informasi tanpa benar-benar memprosesnya. Pendidikan sains, terutama dalam bidang kimia, menghadapi tantangan signifikan dalam memastikan

pemahaman konseptual siswa serta kemampuan mereka menerapkan pengetahuan secara praktis. Dalam pembelajaran kimia, siswa sering kali menghadapi kesulitan memahami konsep abstrak, seperti reaksi kimia dan keseimbangan, yang memerlukan tingkat pemikiran analitis yang lebih tinggi (Ritonga & Yasthophi, 2019). Hambatan ini semakin meningkat akibat terbatasnya metode pembelajaran yang mampu menarik minat siswa serta mendorong mereka aktif berkolaborasi dan berpartisipasi terutama ketika belajar. Kimia menjadi mata pelajaran yang membutuhkan keterlibatan keterampilan serta kemampuan berpikir siswa agar mereka dapat memahami materi secara menyeluruh, melihatnya sebagai kombinasi antara proses ilmiah dan hasil akhir. Oleh karena itu, dalam pembelajaran kimia perlu dikembangkan keterampilan proses sains siswa agar mereka dapat memperoleh pengetahuan secara optimal, mengasah keterampilan, serta membentuk sikap yang sesuai (Rahmawati dkk., 2014).

Sebagian besar metode pembelajaran yang digunakan di ruang kelas cenderung bersifat tradisional, berfokus pada penyampaian pengetahuan secara pasif dan kurang melibatkan keterlibatan aktif siswa. Metode ini sering kali tidak cukup untuk mengatasi masalah seperti rendahnya keterampilan berpikir kritis, kurangnya kemampuan pemecahan masalah, dan minimnya keterampilan proses sains siswa.

Keterampilan proses sains yang dimiliki siswa didefinisikan sebagai sekumpulan keterampilan yang digunakan untuk memperoleh dan memperluas pengetahuan melalui keterlibatan keterampilan intelektual, manual, dan sosial selama proses pembelajaran (Rahmawati dkk., 2014). Mengamati atau melakukan observasi, mengelompokkan atau mengklasifikasikan, meramalkan atau membuat prediksi, dan mengkomunikasikan informasi adalah beberapa komponen keterampilan proses sains (Lepiyanto, 2017). Kompetensi ini memungkinkan siswa untuk berpartisipasi secara aktif dalam pembelajaran kimia di kelas, tetapi sebagian besar kegiatan pembelajaran belum sepenuhnya menempatkan siswa sebagai peserta aktif, khususnya dalam pelaksanaan praktikum, sehingga keterampilan proses sains mereka belum berkembang secara maksimal (Rahmawati dkk., 2014). Oleh karena itu, untuk meningkatkan keterampilan tersebut, strategi pembelajaran yang tepat diperlukan. Praktikum yang berbasis metode inkuiri adalah salah satu pendekatan yang dapat digunakan (Rahmawati dkk., 2014).

Seiring berkembangnya paradigma pendidikan sains menuju pendekatan yang lebih kontekstual dan berpusat pada peserta didik, metode *Inquiry-Based Learning* (IBL) hadir sebagai pendekatan pedagogis yang dinilai mampu menjawab semua tantangan yang ada. IBL menempatkan siswa sebagai aktor utama dalam proses belajar melalui pengalaman bertanya, menyelidiki, mengeksplorasi, dan membangun pengetahuan mereka sendiri berdasarkan observasi dan eksperimen (Sutimah & Tyas, 2024). Berbeda dengan pembelajaran konvensional, IBL memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena siswa terlibat secara aktif untuk membangun pemahamannya

berdasarkan fakta dan data eksperimen, bukan sekedar menerima informasi pasif dari guru.

Metode *Inquiry-Based Learning* (IBL) telah banyak diteliti sebagai strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual, motivasi belajar, serta keterampilan berpikir tingkat tinggi. Studi-studi seperti yang dilakukan oleh Pedaste dkk., (2015) dan Edelson (2001) mengidentifikasi bahwa tahapan-tahapan inquiry seperti orientasi, perumusan masalah, investigasi, dan refleksi mampu memperkuat kompetensi sains siswa di berbagai jenjang pendidikan. Dalam konteks pendidikan kimia, implementasi IBL menjadi lebih relevan ketika dikaitkan dengan praktik *Green chemistry*, sebuah pendekatan kimia yang berfokus pada prinsip ramah lingkungan dan keberlanjutan (Putri, 2017). Praktikum *Green chemistry* berbasis IBL tidak hanya mengajarkan keterampilan laboratorium, tetapi juga memperkuat kesadaran siswa terhadap isu-isu lingkungan global melalui aktivitas ilmiah yang autentik dan reflektif. Praktikum semacam ini diharapkan dapat melatih siswa untuk berpikir kritis, bertindak bijak terhadap lingkungan, dan mengembangkan solusi berkelanjutan berbasis sains.

Dalam konteks pendidikan kimia, penelitian yang mengintegrasikan prinsip-prinsip *green chemistry* juga semakin berkembang, sejalan dengan kesadaran global terhadap pentingnya pendidikan berkelanjutan. Beberapa studi, seperti yang dilakukan oleh (Sinuraya & Frisnoiry, 2023) menunjukkan bahwa praktikum berbasis *Green chemistry* dapat meningkatkan kesadaran ekologis siswa tanpa mengorbankan kualitas pembelajaran kimia. Namun, sebagian besar studi tentang IBL berfokus pada pembelajaran di kelas teori, bukan pada pengembangan desain praktikum berbasis *inquiry* yang

berlandaskan prinsip-prinsip *Green chemistry* (Sapriati dkk., 2024). Bahkan, penelitian terkait praktikum kimia masih dominan menggunakan pendekatan prosedural yang rigid, hal ini menyebabkan keterampilan pada proses sains siswa cenderung terbatas dan tidak mengalami perkembangan. Selain itu, kajian empiris yang secara spesifik menggabungkan pendekatan IBL dengan praktikum *green chemistry* untuk mengukur keterampilan proses sains siswa masih sangat terbatas.

Penelitian-penelitian sebelumnya cenderung memperlakukan aspek "inquiry" dan "*Green chemistry*" secara terpisah atau lebih menekankan aspek kognitif hasil belajar daripada proses keterampilan ilmiah yang berkembang selama praktikum. Sebagian besar penelitian tentang IBL dalam praktikum masih menggunakan model implementasi yang kurang fleksibel, di mana inquiry dipersempit hanya pada tahap perumusan hipotesis atau pengumpulan data, tanpa memberikan ruang cukup untuk pengembangan keterampilan berpikir reflektif dan kritis. Belum banyak studi yang menginvestigasi bagaimana tahapan penuh inquiry diterapkan dalam praktikum yang juga berbasis nilai-nilai keberlanjutan. Kondisi ini memperlihatkan bahwa masih diperlukan inovasi pembelajaran berbasis praktikum yang mampu mengintegrasikan prinsip inquiry dengan nilai keberlanjutan untuk membentuk keterampilan proses sains yang utuh. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis literatur terkini guna meninjau efektivitas metode IBL dalam praktikum *green chemistry*, sekaligus mengidentifikasi strategi implementasi terbaik untuk membangun pendidikan sains yang lebih progresif dan berorientasi masa depan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis literatur yang komprehensif mengenai penerapan

metode pembelajaran *Inquiry-Based Learning* dalam konteks praktikum *green chemistry*, dengan fokus pada pengembangan keterampilan proses sains siswa. Penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengayaan teori tentang efektivitas IBL, tetapi juga menawarkan perspektif baru terhadap pengembangan model pembelajaran praktikum yang lebih kritis, reflektif, dan berkelanjutan. Kajian ini menjadi penting untuk mendorong transformasi pendidikan sains yang lebih progresif, di mana laboratorium bukan hanya tempat eksperimen mekanis, tetapi juga ruang pembentukan karakter ilmiah, kesadaran lingkungan, dan tanggung jawab global.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *systematic literature review* yang dikombinasikan dengan analisis tematik berbasis konten untuk mengkaji dan mengevaluasi penelitian-penelitian yang membahas penerapan metode pembelajaran *Inquiry-Based Learning* (IBL) dalam praktikum Kimia Hijau (*Green Chemistry*) serta dampaknya terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan sintesis temuan yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi, sekaligus mengidentifikasi pola utama terkait desain pembelajaran, strategi pedagogis, dan hasil belajar yang dilaporkan.

Sumber data terdiri dari artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional yang diterbitkan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2015–2025). Sebanyak 10 artikel dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Pemilihan artikel difokuskan pada penelitian yang: (1) menerapkan IBL dalam pembelajaran kimia atau sains; (2) menggunakan praktikum berbasis prinsip Kimia Hijau; dan (3) secara eksplisit mengukur atau membahas

perkembangan keterampilan proses sains siswa.

Artikel relevan diperoleh melalui pencarian di database elektronik seperti *Scopus*, *Web of Science*, *ERIC*, dan *Google Scholar*, dengan menggunakan kombinasi kata kunci: “*Inquiry-Based Learning*”, “*Green Chemistry*”, “*Science process skills*”, dan “*Inquiry-Based Learning dalam pendidikan kimia*”. Operator Boolean (AND, OR) digunakan untuk mempersempit dan memperjelas hasil pencarian.

Kriteria inklusi meliputi: (a) studi empiris tentang penerapan IBL dalam praktikum kimia atau sains; (b) integrasi prinsip-prinsip Kimia Hijau dalam desain praktikum; dan (c) penilaian eksplisit terhadap keterampilan proses sains (seperti mengamati, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, dan menginterpretasi data). Kriteria eksklusi ditetapkan sebagai berikut: (a) praktikum yang tidak menggunakan pendekatan inkuiri; (b) penelitian yang dilakukan di luar bidang kimia atau sains; dan (c) artikel yang tidak menjadikan keterampilan proses sains sebagai fokus utama pembahasan.

Artikel yang terpilih kemudian dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi pola terkait desain instruksional, keterlibatan siswa, metode asesmen, serta pengembangan keterampilan proses sains. Analisis ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif tentang bagaimana penerapan IBL dalam praktikum Kimia Hijau dapat mendukung pembelajaran sains berbasis inkuiri dan mendorong terwujudnya pendidikan sains yang berkelanjutan.

HASIL DAN DISKUSI

Inquiry-Based Learning (IBL) telah diakui sebagai strategi pembelajaran yang efektif dalam membangun keterampilan berpikir kritis dan proses sains siswa. Integrasi metode ini dalam praktikum *green chemistry* semakin menguatkan relevansinya dalam pendidikan berbasis keberlanjutan, di mana siswa tidak hanya memahami konsep kimia, tetapi juga implikasi lingkungan yang lebih luas (Salsabila & Hernani, 2025). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pendekatan IBL mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam eksplorasi konsep sains serta membantu mereka mengembangkan kemampuan analitis dalam eksperimen laboratorium (Kriswantoro dkk., 2025). *Green chemistry*, sebagai bagian dari pendidikan sains berkelanjutan, menekankan pada prinsip pembelajaran yang ramah lingkungan, sehingga penerapan IBL dalam konteks ini menjadi semakin penting (Chengere dkk., 2025). Dengan merujuk pada analisis literatur yang telah dilakukan, artikel ini mengkaji efektivitas penerapan IBL dalam praktikum *green chemistry*, serta bagaimana pendekatan ini berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa dalam konteks pendidikan modern.

No	Penulis & Tahun	Negara	Jenis Studi	Subjek Penelitian	Konteks Pembelajaran	Desain IBL	Prinsip <i>Green Chemistry</i>	Metode Pengukuran KPS	Temuan Utama terkait KPS
1	Risna dkk., (2019)	Indonesia	Kuasi-eksperimen	Siswa SMA	Praktikum kimia	Inkuiri terbimbing	Pengurangan limbah, penggunaan bahan aman	Tes hasil belajar, angket respons	KPS dan hasil belajar meningkat signifikan (N-gain 73%); respons siswa positif.
2	Dijaya dkk., (2018)	Indonesia	Penelitian tindakan kelas	Siswa SMA	Praktikum kimia	Inkuiri terbimbing	Penggunaan bahan kimia secukupnya	Observasi KPS, LKS	KPS meningkat secara bertahap pada setiap siklus pembelajaran.
3	Marleni & Sahono (2019)	Indonesia	Penelitian tindakan kelas	Siswa SMA	Pembelajaran kimia laboratorium	Inkuiri laboratorium	Efisiensi penggunaan bahan praktikum	Lembar observasi KPS	KPS meningkat dari kategori baik menjadi sangat baik pada siklus III.
4	Mutasam dkk., (2022)	Indonesia	Kuasi-eksperimen	Siswa SMP	Pembelajaran sains	IBL terintegrasi <i>Nature of Science</i>	Eksperimen ramah lingkungan	Tes literasi sains dan KPS	IBL terintegrasi NOS meningkatkan KPS dan literasi sains secara signifikan.
5	Varantika dkk., (2018)	Indonesia	Kuantitatif	Siswa SMA	Praktikum kimia	Inkuiri terbimbing	Pengurangan penggunaan reagen	Tes kognitif dan indikator KPS	Inkuiri terbimbing berpengaruh signifikan terhadap KPS siswa.
6	Putra dkk., (2018)	Indonesia	Research and Development	Siswa SMA	Praktikum kimia	Inkuiri berbasis praktikum	Pengurangan limbah, bahan ramah lingkungan	Rubrik KPS, angket	Sebanyak 80% siswa mencapai KPS kategori baik.
7	Nashrullah dkk.,	Indonesia	Kuasi-	Siswa SMA	Praktikum kimia	Praktikum	Keamanan penggunaan	Tes KPS dan pemahaman	KPS kelas eksperimen lebih tinggi

No	Penulis & Tahun	Negara	Jenis Studi	Subjek Penelitian	Konteks Pembelajaran	Desain IBL	Prinsip <i>Green Chemistry</i>	Metode Pengukuran KPS	Temuan Utama terkait KPS
	(2015)		eksperimen			berbasis inquiry	bahan kimia	konsep	dibandingkan kelas kontrol.
8	Fitriana dkk., (2019)	Indonesia	Deskriptif kuantitatif	Siswa SMA	Praktikum kimia	<i>Bounded inquiry laboratory</i>	Efisiensi bahan dan energi	Observasi dan tes KPS	KPS berada pada kategori cukup; indikator mengamati paling dominan.
9	Cahyaningrum dkk., (2020)	Indonesia	Kuasi-eksperimen	Siswa SMA	Praktikum dan virtual lab	<i>Guided inquiry</i> + virtual lab	Pengurangan limbah praktikum	Tes dan observasi KPS	KPS kelas eksperimen lebih tinggi secara signifikan.
10	Varadela dkk., (2017)	Indonesia	Kuantitatif	Siswa SMA	Praktikum kimia	Inkuiri terbimbing berbantuan LKP	Prosedur praktikum aman	Rubrik KPS, analisis LKP	Inkuiri terbimbing berkontribusi signifikan terhadap peningkatan KPS.

Berdasarkan sintesis sepuluh penelitian yang dianalisis, penerapan Inquiry-Based Learning (IBL), khususnya inkuiri terbimbing, secara konsisten menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses sains (KPS) siswa (Boling & Fauziah, 2025). Peningkatan nilai post-test, N-gain, serta aktivitas belajar mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dan memperkuat pemahaman konseptual melalui proses ilmiah seperti mengamati, merumuskan masalah, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan (Juniar dkk., 2022).

Model inkuiri terbimbing menjadi pendekatan yang paling dominan karena mampu menyeimbangkan arahan guru dan kemandirian siswa. Penerapan model ini secara berkelanjutan, termasuk dalam konteks inkuiri laboratorium, terbukti meningkatkan KPS dari kategori sedang atau baik menjadi sangat baik (Gunawan dkk., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa konsistensi dan tingkat keterbukaan inkuiri berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah siswa secara optimal.

Analisis tematik menunjukkan bahwa topik praktikum yang paling sering digunakan berada pada materi kimia dasar, seperti larutan penyangga, hidrolisis–buffer, laju reaksi, koloid, serta larutan elektrolit dan nonelektrolit. Topik-topik ini dipilih karena relatif mudah diintegrasikan dengan aktivitas inkuiri dan memungkinkan siswa melakukan pengamatan langsung terhadap fenomena kimia (Mitarlis dkk., 2023). Dalam konteks *Green Chemistry*, topik praktikum umumnya diarahkan pada reduksi limbah, penggunaan bahan kimia dalam jumlah minimal, serta penerapan prosedur yang lebih aman dan ramah lingkungan (Risna dkk., 2019; Putra dkk.,

2018). Meskipun belum banyak penelitian yang secara eksplisit membahas sintesis ramah lingkungan dalam skala kompleks, fokus pada efisiensi bahan dan keamanan praktikum menunjukkan adanya upaya awal menuju pembelajaran kimia berkelanjutan. Topik-topik ini terbukti relevan untuk melatih keterampilan proses sains sekaligus membangun kesadaran lingkungan siswa (Joshi, 2025).

Integrasi prinsip *Green Chemistry* dalam pembelajaran IBL memberikan dampak tambahan yang signifikan. Pembelajaran yang menekankan pengurangan limbah, penggunaan bahan kimia yang lebih aman, dan efisiensi praktikum tidak hanya meningkatkan KPS dan hasil belajar, tetapi juga menumbuhkan kesadaran ekologis serta sikap ilmiah siswa (Tijani, 2025). Dengan demikian, pembelajaran kimia berorientasi *Green Chemistry* berkontribusi pada penguatan kompetensi ilmiah sekaligus pendidikan sains berkelanjutan.

Temuan Cahyaningrum dkk., (2020). menunjukkan bahwa praktikum berbasis *guided inquiry* melatih siswa menggunakan alat dan bahan secara lebih efisien, melakukan pengamatan dan analisis secara cermat, serta bertanggung jawab terhadap proses dan hasil praktikum, yang merupakan karakteristik selaras dengan prinsip *Green Chemistry*. Selain itu, Varadela dkk., (2017). melaporkan bahwa praktikum berbasis inkuiri terbimbing mendorong siswa untuk merancang prosedur percobaan secara mandiri, mengelola bahan dengan lebih efektif, dan mengomunikasikan hasil secara sistematis, sehingga tidak hanya memperkuat KPS tetapi juga membentuk sikap ilmiah yang reflektif dan etis terhadap praktik laboratorium.

Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti merumuskan

hipotesis, masih berkembang terbatas, terutama pada penerapan bounded inquiry yang membatasi ruang eksplorasi siswa. Temuan ini mengindikasikan bahwa desain inkuiri yang terlalu tertutup berpotensi menghambat pengembangan KPS yang lebih kompleks dan reflektif (Suryati dkk., 2024).

Pemanfaatan virtual laboratory dan perangkat pendukung seperti lembar kerja praktikum (LKP) terbukti membantu mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium serta mengarahkan siswa berproses secara lebih sistematis. Secara keseluruhan, hasil kajian ini menegaskan bahwa IBL terutama inkuiri terbimbing yang terintegrasi prinsip *Green Chemistry* dan didukung teknologi merupakan pendekatan efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan kualitas pembelajaran kimia (Chan dkk., 2021).

Secara teoretis, *pembelajaran Inquiry-Based Learning* (IBL) pada praktikum kimia memperkuat pandangan konstruktivisme dengan menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuan dan Keterampilan Proses Sains (KPS). Temuan menunjukkan bahwa praktikum berbasis guided inquiry siswa dalam tahapan ilmiah, seperti merancang percobaan, menganalisis data dan mengomunikasikan hasil (Varadela dkk., 2017; Cahyaningrum dkk., 2020). dan inkuiri terbimbing secara signifikan meningkatkan KPS melalui keterlibatan membangun pengetahuan dan Keterampilan Proses Sains (KPS). Temuan menunjukkan bahwa praktikum berbasis guided inquiry dan inkuiri terbimbing secara signifikan meningkatkan KPS melalui keterlibatan siswa dalam tahapan ilmiah, seperti merancang percobaan, menganalisis data, dan mengomunikasikan hasil (Varadela dkk., 2017; Cahyaningrum dkk., 2020).

Secara praktis, hasil kajian ini menegaskan pentingnya penerapan praktikum berbasis inkuiri yang terstruktur dan efisien dalam pembelajaran kimia. Penggunaan lembar kerja praktikum dan media pendukung seperti virtual lab dapat membantu mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium sekaligus meningkatkan efektivitas pembelajaran. Integrasi prinsip *Green Chemistry* dalam praktikum berbasis IBL juga berkontribusi pada pembentukan sikap ilmiah dan kesadaran lingkungan siswa, sehingga mendukung terwujudnya pendidikan sains berkelanjutan (Varadela dkk., 2017; Cahyaningrum dkk., 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis literatur terhadap sepuluh artikel yang relevan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Inquiry-Based Learning* (IBL) dalam praktikum *green chemistry* secara konsisten berkontribusi positif terhadap pengembangan keterampilan proses sains siswa. Pendekatan ini efektif dalam melatih kemampuan ilmiah seperti mengamati, merumuskan masalah, merancang dan melaksanakan eksperimen, menganalisis data, serta mengomunikasikan hasil. Selain itu, integrasi prinsip *green chemistry* dalam praktikum berbasis IBL tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran kimia, tetapi juga menumbuhkan kesadaran lingkungan dan sikap ilmiah berkelanjutan. Dengan demikian, IBL dalam konteks praktikum *green chemistry* berpotensi menjadi strategi pembelajaran yang relevan untuk mendukung pendidikan sains yang berkelanjutan dan berorientasi pada penguatan keterampilan proses sains siswa.

REFERENSI

- Boling, T. E., & Fauziah, A. N. M. (2025). *Guided Inquiry Learning Model: A Strategy To Improve Junior High School Students' Science Process Skills. Multidisciplinary Indonesian Center Journal (MICJO)*, 2(2), 1943–1955. <https://doi.org/10.62567/micjo.v2i2.728>
- Cahyaningrum, I., Mursiti, S., Sumarni, W., & Harjono, H. (2020). Pengaruh Praktikum Berbasis Guided Inquiry Berbantuan Virtual Lab terhadap Keterampilan Proses Sains. *Chemistry in Education*, 9(1), 68-75.
- Chan, P., Van Gerven, T., Dubois, J.-L., & Bernaerts, K. (2021). Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design. *Computers and Education Open*, 2, 100053. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100053>
- Chengere, A. M., Bono, B. D., Zinabu, S. A., & Jilo, K. W. (2025). Enhancing secondary school students' science process skills through guided inquiry-based laboratory activities in biology. *PLOS ONE*, 20(4), e0320692. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0320692>
- Dijaya, A. O., Pitasari, R., & Kurniasih, S. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa pada Konsep Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 3(2), 190–198. <https://doi.org/10.15575/jtk.v3i2.3597>
- Fawaid, A., & Nadifah, N. (2024). Pandangan dan Tantangan Guru dalam Penerapan Metode Socrates untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Mitra PGMI: Jurnal Kependidikan MI*, 10(1), 50–72. <https://doi.org/10.46963/mpgmi.v10i1.1398>
- Fitriana, F., Kurniawati, Y., & Utami, L. (2019). Analisis keterampilan proses sains peserta didik pada materi laju reaksi melalui model pembelajaran bounded inquiry laboratory. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(2), 226-236.
- Gunawan, G., Harjono, A., Hermansyah, H., & Herayanti, L. (2019). Guided Inquiry Model Through Virtual Laboratory To Enhance Students' Science Process Skills on Heat Concept. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 259–268. <https://doi.org/10.21831/cp.v38i2.23345>
- Hasanah, W. U., & Karnawati, R. A. (2022). Pembelajaran Berbasis Peserta Didik dengan Menggunakan Media Poster terhadap Peningkatan Kemampuan Membaca Bahasa Jepang Pada Siswa Kelas XI Bahasa SMAN 113 Jakarta. *KIRYOKU*, 6(1), 42–51. <https://doi.org/10.14710/kiryoku.v6i1.42-51>
- Joshi, A. (2025). Sustainable Green Chemistry: Spreading awareness and Lab Proficiency amongst Chemistry Students through Chemigreen Club in SGGSJ Government College, Paonta Sahib, Himachal Pradesh. *International Journal of Science, Architecture, Technology and Environment*, 661–678.

- <https://doi.org/10.63680/hgcfndfh858>
- Juniar, A., Amparodman Sianipar, I., & Department of Chemistry, Universitas Negeri Medan, Medan 20221, Indonesia. (2022). The influence of guided inquiry learning models on science process skills and student learning outcomes on chemical equilibrium material. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 14(2), 79–84. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v14i2.34553>
- Kriswantoro, Melfiza, Haryanto, & Hasibuan, M. H. E. (2025). The Effectiveness of Structured and Guided Inquiry Learning Models in Enhancing Students' Science Process Skills on Acid-Base Topics in Senior High School. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(5), 329–340. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i5.11193>
- Lepiyanto, A. (2017). Analisis Keterampilan Proses Sains pada Pembelajaran Berbasis Praktikum. Bioedukasi (*Jurnal Pendidikan Biologi*), 5(2), 156. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v5i2.795>
- Mitarlis, M., Azizah, U., & Yonata, B. (2023). The integration of green chemistry principles in basic chemistry learning to support achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) through education. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 233. <https://doi.org/10.3926/jotse.1892>
- Mutasam, U., & Susilo, H. (t.t.). *Penerapan Pembelajaran Sains Berbasis Inquiry Based Learning Terintegrasi Nature of Science Terhadap Literasi Sains*.
- Nashrullah, A. N., Hadisaputro, S., & Sumarti, S. S. (2015). *Keefektifan Metode Praktikum Berbasis Inquiry Based Learning (IBL) Pada Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses Sains. Chemistry in Education*, 4(2).
- Putra, I. S., Susilaningih, E., & Wardani, S. (2018). Development of Inquiry-Based Chemistry Laboratory Sheet Oriented to Green chemistry for Improving the Science Process Skills. *Journal of Innovative Science Education*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.15294/jise.v7i1.24170>
- Putri, A. C. (2017). Pengaplikasian Prinsip-Prinsip Green chemistry dalam Pelaksanaan Pembelajaran Kimia sebagai Pendekatan untuk Pencegahan Pencemaran Akibat Bahan-Bahan Kimia dalam Kegiatan Praktikum di Laboratorium. *Journal of Creativity Student*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.15294/jcs.v2i2.14585>
- Rahmawati, R., Haryani, S., & Kasmui -. (2014). Penerapan Praktikum Berbasis Inkuiri untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.15294/jipk.v8i2.444>
- Risna, R., Hasan, M., & Supriatno, S. (2019). Penerapan Model Inkuiri Terbimbing Berorientasi Green chemistry untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 3(2), 106–118. <https://doi.org/10.24815/jipi.v3i2.14726>

- Ritonga, P. S., & Yasthophi, A.-. (2019). Pengembangan Instrumen Test Diagnostik Multiple Choice Four Tier Pada Materi Ikatan Kimia. Konfigurasi: *Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 3(1), 23. <https://doi.org/10.24014/konfigurasi.v3i1.6797>
- Salsabila, S. A., & Hernani, H. (2025). Trends in Integrating Green Chemistry and Sustainability into Chemistry Education. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 10(1), 45–59. <https://doi.org/10.15575/jtk.v10i1.44007>
- Sapriati, A., Rahayu, U., Sausan, I., Sekarwinahyu, M., & Anam, R. S. (2024). The Impact of Inquiry-Based Learning on Students' Critical Thinking in Biology Education Programs within Open and Distance Learning Systems. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(3), Article 3. <https://doi.org/10.15294/7sty9026>
- Sinuraya, R. G., & Frisnoiry, S. (2023). Development of Problem Based Learning (PBL) Electronic Student Worksheets (E-LKPD) to Improve Students' Mathematical Problemsolving Ability. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 2(1), 107–124. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v2i1.2690>
- Suryati, S., Adnyana, P. B., Ariawan, I. P., & Wesnawa, I. G. A. (2024). Integrating Constructivist and Inquiry Based Learning in Chemistry Education: A Systematic Review. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(5), 1166. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i5.13571>
- Sutimah, S., & Tyas, D. N. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Inquiry Based Learning pada Mata Pelajaran IPAS dalam Konteks Kurikulum Merdeka di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(4), Article 4. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i4.8307>
- Tijani, B. E. (2025). Beyond Memorisation: Investigating the Influence of Open Inquiry on Chemistry Students' Scientific Process Skills. *Journal of Research in Environmental and Science Education*, 2(2), 154–164. <https://doi.org/10.70232/jrese.v2i2.23>
- Varadela, I. A., Saptorini, S., & Susilaningsih, E. (2017). Pengaruh praktikum berbasis inkuiri terbimbing berbantuan lembar kerja praktikum terhadap keterampilan proses sains. *Chemistry in Education*, 6(1).
- Varantika, N., Susatyo, E. B., & Sumarni, W. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Aspek Pengetahuan pada Materi Hidrolisis-Buffer.