EDUTECH

Jurnal Teknologi Pendidikan

Journal homepage https://ejournal.upi.edu/index.php/edutech

Pengembangan dan Evaluasi Modul Praktikum Terintegrasi QR Code pada Pembelajaran Teknik Kimia Industri di SMK

Nur Kumala Sari[1*], Hartono[2], Luqmanul Hakim[3]

[1,2,3]Program Studi Teknologi Pendidikan, Magister Pendidikan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Surabaya, Indonesia

*Correspondence: e-mail: nur_kumala@smkpgri1gresik.sch.id

ABSTRACT

The limited availability of practicum teaching materials connected to digital technology is one of the main obstacles in learning Basic Industrial Chemical Engineering at vocational high schools, causing students to frequently experience difficulty in independently understanding work procedures. This study aims to develop a QR Code-based practicum module and to measure its validity, practicality, and effectiveness in improving student learning outcomes. The approach used is Research and Development (R&D) with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Product feasibility was validated by three expert validators covering media, instructional design, and content, followed by a limited-scale trial involving 2 teachers and 10 students to measure practicality. A preliminary effectiveness test was then conducted using a one-group pretest-posttest design involving 15 Grade X students of the Industrial Chemical Engineering program, using a Higher Order Thinking Skills (HOTS)-based test instrument. The results revealed that the module was declared valid with an average score of 79.11% (Feasible category), highly practical based on the limited trial with a score of 87.81%, and showed an improvement in learning outcomes marked by an increase in the average score from 51.00 to 89.00 (N-Gain 0.78, High category; paired t-test $t = 18.46$; $df = 14$; $p < 0.001$; effect size Cohen's $d \approx 4.77$). These findings indicate the potential of integrating QR Code into printed modules as a solution for practicum teaching materials in vocational education in the field of industrial chemistry, although its causal effectiveness still needs to be confirmed through field trials with a control group.

ABSTRAK

Minimnya bahan ajar praktikum yang terhubung dengan teknologi digital menjadi salah satu hambatan utama dalam pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri di SMK,

ARTICLE INFO

Article History:
Submitted/Received 28 Sept 2026
First Revised 18 Oct 2026
Accepted 25 Oct 2026
First Available online 31 Oct 2026
Publication Date 31 Oct 2026

Keyword:
ADDIE model,
Industrial chemical engineering,
Practicum module,
QR Code,
Vocational education.

sehingga murid kerap mengalami kesulitan memahami prosedur kerja secara mandiri. Studi ini bertujuan mengembangkan modul praktikum berbasis *QR Code* sekaligus mengukur tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifannya dalam meningkatkan hasil belajar murid. Pendekatan yang digunakan adalah *Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)*. Kelayakan produk divalidasi oleh tiga validator ahli yang meliputi bidang media, desain pembelajaran, dan materi, kemudian diujicobakan dalam skala terbatas kepada 2 guru dan 10 murid guna mengukur tingkat kepraktisannya. Uji awal keefektifan selanjutnya dilakukan melalui desain *one-group pretest-posttest* yang melibatkan 15 murid Kelas X Teknik Kimia Industri dengan instrumen tes berbasis *Higher Order Thinking Skills (HOTS)*. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa modul dinyatakan valid dengan skor rata-rata 79,11% (kategori Layak), sangat praktis berdasarkan uji coba terbatas dengan skor 87,81%, serta menunjukkan peningkatan hasil belajar yang ditandai kenaikan rata-rata nilai dari 51,00 menjadi 89,00 (N-Gain 0,78, kategori Tinggi; uji-t berpasangan $t = 18,46$; $df = 14$; $p < 0,001$; effect size Cohen's $d \approx 4,77$). Temuan ini menunjukkan potensi pengintegrasian *QR Code* ke dalam modul cetak sebagai solusi bahan ajar praktikum pada pendidikan vokasi bidang kimia industri, meskipun keefektifannya secara kausal masih perlu dikonfirmasi melalui uji lapangan berkelompok kontrol.

© 2025 Teknologi Pendidikan UPI

1. PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dituntut untuk membekali murid dengan kompetensi kerja yang benar-benar aplikatif, bukan hanya penguasaan teori semata. Pada program keahlian Teknik Kimia Industri, kegiatan praktikum memegang peran sentral sebab mayoritas capaian kompetensi berhubungan erat dengan keterampilan laboratorium, penerapan prosedur kerja yang sesuai standar keselamatan, serta kemampuan menganalisis bahan kimia secara sistematis. Melalui kegiatan praktikum inilah murid berkesempatan menghubungkan konsep teoretis dengan pengalaman nyata, sekaligus mengasah keterampilan proses sains seperti mengamati, mengukur, dan menarik simpulan dari hasil percobaan.

Supaya pelaksanaan praktikum dapat berlangsung secara sistematis, ketersediaan bahan ajar pemandu—salah satunya berupa modul praktikum—menjadi hal yang sangat penting. Hasil wawancara dengan 2 guru pengampu dan observasi terhadap 1 kelas (n = 36 murid) pada tahap analisis kebutuhan menunjukkan bahwa 55,55% murid mengalami kesulitan mengikuti prosedur kerja praktikum secara mandiri. Kesulitan ini turut dipengaruhi oleh kondisi murid yang belum pernah memperoleh pembelajaran praktikum sebelumnya, mengingat mereka masih duduk di Kelas X semester 1. Kedua guru pengampu turut mengonfirmasi bahwa modul cetak konvensional yang selama ini digunakan belum terkoneksi dengan sumber belajar digital, sehingga murid kesulitan memvisualisasikan tahapan prosedur maupun penerapan K3LH hanya dari teks dan gambar statis. Keadaan ini berimbas pada rendahnya kemandirian murid dalam memahami prosedur kerja, terutama pada materi yang membutuhkan visualisasi proses

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.105031
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

seperti penggunaan peralatan laboratorium, penerapan K3LH, dan analisis kimia dasar, yang pada akhirnya membuat capaian hasil belajar belum maksimal.

Perkembangan teknologi digital saat ini membuka peluang untuk menghadirkan bahan ajar cetak yang lebih inovatif, tetap ringkas namun kaya akan sumber belajar tambahan. Salah satu teknologi yang cukup mudah diterapkan adalah *Quick Response (QR) Code*, yaitu kode matriks dua dimensi yang dapat dipindai melalui kamera ponsel pintar untuk mengakses berbagai konten digital, seperti video demonstrasi, animasi prosedur, hingga materi pengayaan. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan *QR Code* pada bahan ajar mampu meningkatkan interaktivitas sekaligus kemandirian belajar murid di berbagai jenjang pendidikan (Askar et al., 2024; Handayani & Haryati, 2024).

Karakteristik tersebut menjadi dasar pemilihan *QR Code* sebagai solusi atas temuan analisis kebutuhan yang telah dipaparkan sebelumnya. Melalui akses ke video dan animasi yang mampu memvisualkan materi, diharapkan pemahaman murid dapat meningkat, sementara materi tersebut tetap dapat diakses kapan saja dibutuhkan. Dengan begitu, murid tidak lagi sepenuhnya bergantung pada penjelasan lisan guru di kelas, dan dapat mengulang materi yang belum dipahami kapan pun dan di mana pun.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.105031
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Tabel 1. Perbandingan penelitian terdahulu tentang bahan ajar berbasis QR Code.

No	Peneliti/ Tahun	Jenjang	Mata Pelajaran/ Bidang	Jenis Bahan Ajar	Fungsi *Qr Code*	Metode	Hasil Utama	Keterbatasan
1	Ahmad (2020)	Perguruan tinggi	Kimia dasar	*Smart book* cetak	Akses materi digital pendukung	*R&D*	Valid dan layak digunakan	Belum menyentuh konteks praktikum vokasi/K3LH
2	Fitriyenni, Kadir, & Askar (2023/ 2024)	Sekolah menengah	Kimia (struktur atom)	Modul cetak terintegrasi nilai	Akses materi pengayaan	*R&D* (4D + 4-STMD)	Modul valid, literasi kimia meningkat	Fokus pada materi konsep, bukan keterampilan laboratorial
3	Yuliastrin et al. (2024)	Sekolah menengah	Biologi (keanekaragaman hayati)	Modul cetak	Akses video/animasi materi	*R&D*	Respons pengguna positif	Konteks non-praktikum kimia industri
4	Robertson & Kobylianskii (2025)	Perguruan tinggi	Kimia (laboratorium)	Label *QR* di ruang laboratorium (bukan modul terstruktur)	Akses video instruksi/keselamatan alat *on-demand*	Deskriptif–evaluatif	Meningkatkan kesiapan & pemahaman prosedur, menekan risiko kesalahan alat	*QR* belum diintegrasikan ke dalam modul pembelajaran terstruktur
5	Askar, Auliah, & Hardin (2024)	Sekolah menengah	Kimia (hidrokarbon)	Media pembelajaran	Akses konten interaktif	*R&D*	Kepraktisan tinggi	Belum pada konteks vokasi/K3LH
6	Handayani & Haryati (2024)	Sekolah menengah pertama	Umum	Media *QR-Code*	Akses materi	Deskriptif	Kemudahan akses meningkat	Bukan pada konteks kejuruan kimia industri
7	Penelitian ini (2025)	SMK	Teknik Kimia Industri (praktikum)	Modul cetak terintegrasi *QR* Code	Video prosedur, animasi alat, demonstrasi K3LH, materi HOTS	*R&D–ADDIE*	Valid, sangat praktis, indikasi peningkatan hasil belajar	Sampel kecil, tanpa kelompok kontrol

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.105031
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Sebagaimana terlihat pada Tabel 1, penelitian-penelitian terdahulu tentang bahan ajar berbasis *QR Code* umumnya berfokus pada mata pelajaran sains umum, biologi, atau kimia dasar di jenjang perguruan tinggi maupun sekolah umum, atau menempatkan *QR Code* sekadar sebagai penyedia akses informasi lepas (Robertson & Kobylianskii, 2025) tanpa mengintegrasikannya ke dalam struktur modul pembelajaran yang tersusun sistematis. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada tiga hal yang secara spesifik membedakannya dari penelitian terdahulu: (1) integrasi *QR Code* dilakukan pada tiap titik prosedur praktikum untuk mengakses video demonstrasi teknik laboratorium, animasi penggunaan alat, dan simulasi K3LH secara kontekstual dengan bahaya bahan kimia industri; (2) modul memuat evaluasi berbasis *HOTS* (C4–C5) yang terintegrasi dengan alur praktikum, bukan sekadar uji kognitif tingkat rendah; dan (3) pengembangan secara khusus menyasar kompetensi Teknik Kimia Industri di jenjang SMK, konteks vokasional yang menekankan budaya kerja industri dan keselamatan kerja.

Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini diarahkan untuk (1) mengembangkan Modul Praktikum Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri terintegrasi *QR Code* menggunakan model *ADDIE* yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di SMK PGRI 1 Gresik, serta (2) menguji tingkat kevalidan, kepraktisan, dan indikasi awal keefektifan modul tersebut dalam menunjang peningkatan hasil belajar murid.

2. METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan *Research and Development (R&D)* yang dikombinasikan dengan analisis deskriptif, baik kualitatif maupun kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan pada tahap analisis kebutuhan serta untuk mengolah masukan naratif dari para validator ahli, sementara pendekatan kuantitatif diterapkan dalam mengolah skor validasi, data respons kepraktisan, dan hasil *pretest-posttest*.

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)*. Pada tahap *Analysis,* peneliti melakukan wawancara dengan 2 guru pengampu mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri serta observasi terhadap 1 kelas (n = 36 murid) untuk mengidentifikasi kesenjangan kompetensi murid dan kebutuhan bahan ajar praktikum. Hasil observasi menunjukkan bahwa 55,55% murid mengalami kesulitan mengikuti prosedur kerja praktikum secara mandiri, sebuah kondisi yang diperkuat oleh fakta bahwa murid baru pertama kali menjalani pembelajaran praktikum pada semester ini (Kelas X semester 1).

Wawancara dengan kedua guru pengampu mengidentifikasi sejumlah kebutuhan spesifik yang menjadi dasar rasional pemilihan *QR Code*: (1) kebutuhan akan video prosedur kerja yang dapat ditonton berulang secara mandiri, karena penjelasan lisan satu arah di kelas dirasa tidak cukup bagi murid yang belum berpengalaman praktikum; (2) kesulitan murid dalam mengenali dan mengoperasikan alat-alat laboratorium tertentu hanya dari gambar statis pada modul cetak; (3) kebutuhan penguatan materi K3LH (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup) dalam bentuk yang lebih visual dan mudah diingat, mengingat risiko kesalahan penanganan bahan kimia berbahaya cukup tinggi pada murid pemula; serta (4) tingginya kepemilikan dan keterbiasaan murid mengakses informasi melalui *smartphone*, yang membuka peluang pemanfaatan kode *QR* sebagai jembatan antara modul cetak dan konten digital pendukung. Keempat temuan inilah yang selanjutnya diterjemahkan menjadi struktur modul pada tahap *Design*.

Tahap *design* diarahkan pada perancangan struktur modul yang mencakup identitas modul, tujuan pembelajaran, materi, prosedur praktikum, lembar kerja, titik-titik integrasi *QR Code*, serta evaluasi berbasis *HOTS*. Tahap *development* meliputi proses produksi modul cetak beserta konten digital pendukungnya (video demonstrasi, animasi

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

prosedur, materi pengayaan) diproduksi; konten digital disusun dan direkam oleh peneliti bersama guru pengampu, kemudian disimpan pada cloud drive sekolah dan ditautkan pada kode *QR* di setiap prosedur), yang kemudian dilanjutkan dengan validasi oleh para ahli.

Alur penggunaan *QR Code* dalam modul secara konkret dirancang sebagai berikut : murid membaca prosedur kerja pada modul cetak → memindai *QR Code* yang tersedia pada langkah prosedur tersebut menggunakan kamera smartphone → menonton video demonstrasi/animasi atau piktogram K3LH yang relevan → kembali ke modul cetak untuk melaksanakan prosedur → mengerjakan lembar kerja dan soal evaluasi berbasis *HOTS* terkait prosedur yang baru dikerjakan. Berikut adalah tabel sebaran *QR Code* pada setiap bab dalam modul praktikum.

Tabel 2. Sebaran QR Code.

Bab/Bagian	Cakupan Kode *QR*	Jumlah Titik *QR*	Contoh Konten
Bab 1	*QR* 1.1–1.11	11	Alur produksi, *supply chain*, logistik, proses produksi (*CSTR*, destilasi, *heat exchanger*, kompresor, *grinding*, *conveyor*, silo)
Bab 2	*QR* 2.1–2.4	4	Otomasi pabrik, alat produksi, bioteknologi konvensional vs modern, *product life cycle*
Bab 3	QR 3.1–3.12	12	Pengenalan laboratorium, tata cara penggunaan alat (buret, piknometer, pH meter, neraca analitik, autoclave), perawatan alat gelas, simbol bahaya, penyimpanan bahan kimia, MSDS
Bab 4	QR 4.1–4.6	6	APD, APAR, kecelakaan kerja, pengelolaan limbah laboratorium, budaya kerja industri
Bab 5	QR 5.1–5.8	8	Pembuatan larutan, indikator alami/sintetis, standarisasi NaOH/HCl, analisis kadar (asam asetat, air, belerang)
Total		41	

Modul ini memuat total 41 titik *QR Code* yang tersebar pada lima bagian utama modul, dengan sebaran sebagai berikut: 11 titik pada bagian pengenalan proses dan alur produksi industri kimia (Bab 1), 4 titik pada bagian teknologi dan otomasi industri (Bab 2), 12 titik pada bagian pengenalan peralatan laboratorium dan tata cara penggunaannya (Bab 3), 6 titik pada bagian K3LH dan budaya kerja industri (Bab 4), serta 8 titik pada bagian praktikum analisis kimia kuantitatif (Bab 5). Sebaran ini menunjukkan bahwa proporsi terbesar *QR Code* dialokasikan pada bagian pengenalan laboratorium (Bab 3) dan analisis kimia (Bab 5), sejalan dengan fokus penelitian pada penguatan keterampilan praktikum dan prosedur kerja laboratorium. Setiap kode *QR* menautkan murid pada konten digital spesifik berupa video demonstrasi prosedur (misalnya cara menggunakan buret, piknometer, pH meter, neraca analitik, dan *autoclave*), animasi proses (seperti CSTR, destilasi bertingkat, dan *heat exchanger*), maupun materi visual K3LH (simbol bahaya, APD, APAR, dan penanganan limbah laboratorium), yang seluruhnya disimpan pada platform penyimpanan tautan (*me-qr.com*) dan dapat diakses murid melalui kamera *smartphone* di setiap titik prosedur yang relevan.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Tahap *implementation* dijalankan melalui uji coba kelompok kecil (*small group tryout*) guna mengukur kepraktisan produk, melibatkan 2 guru dan 10 murid Kelas X Teknik Kimia Industri yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan nilai akademik sebelumnya dan rekomendasi guru pengampu. Uji keefektifan awal selanjutnya dilaksanakan pada 15 murid Kelas X Program Keahlian Teknik Kimia Industri melalui desain *one-group pretest-posttest*. Terdapat 10 murid yang mengikuti kedua tahap uji coba; hal ini berpotensi menimbulkan efek pengalaman awal terhadap penilaian kepraktisan maupun hasil belajar, dan menjadi salah satu keterbatasan penelitian.

Adapun tahap *evaluation* dilaksanakan baik secara formatif pada tiap tahapan maupun secara sumatif melalui uji keefektifan dengan desain *one-group pretest-posttest*. Ruang lingkup implementasi dan evaluasi pada penelitian ini dibatasi pada uji coba kelompok kecil dan belum menjangkau uji coba lapangan berskala luas (*field trial*), sebagaimana umum dijumpai pada penelitian pengembangan dengan keterbatasan sumber daya (Diana et al., 2025).

Proses validasi produk melibatkan tiga validator ahli yang berkompeten di bidang media pembelajaran, desain pembelajaran, dan materi Teknik Kimia Industri. Ahli media adalah Dr. Rufi'i, S.Si., S.T., M.Pd., dosen Universitas PGRI Adi Buana Surabaya dengan latar belakang keilmuan media dan teknologi pembelajaran. Ahli desain pembelajaran adalah Dr. Adi Bandono, M.Pd., dosen Universitas PGRI Adi Buana Surabaya yang berkompeten di bidang desain dan pengembangan pembelajaran. Adapun ahli materi adalah Rahadian Grace Amelia, M.Pd., guru mata pelajaran produktif di SMK PGRI 1 Gresik yang telah mengampu Program Keahlian Teknik Kimia Industri selama 10 tahun, sehingga memiliki pemahaman mendalam mengenai kesesuaian materi dengan kompetensi dan kebutuhan pembelajaran praktikum di lapangan.

Sementara itu, uji kepraktisan dilakukan terhadap 2 guru dan 10 murid melalui angket respons berskala Likert modifikasi 1--4, dan uji keefektifan diterapkan pada 15 murid Kelas X Program Keahlian Teknik Kimia Industri dengan instrumen tes pilihan ganda beralasan berbasis *HOTS* pada jenjang kognitif C4 (menganalisis) dan C5 (mengevaluasi) sebanyak 20 butir. Instrumen tersebut disusun dalam dua versi setara (*pretest dan posttest*), dengan urutan butir soal maupun opsi jawaban yang diacak guna meminimalkan efek mengingat jawaban. Adapun analisis validitas empiris butir (*Korelasi Product Moment*), reliabilitas tes (KR-20), tingkat kesukaran, dan daya pembeda belum dilakukan pada penelitian ini mengingat keterbatasan skala uji coba (15 murid) yang menyulitkan interpretasi statistik butir soal secara stabil; ketiadaan analisis ini menjadi salah satu keterbatasan metodologis yang diakui penulis dan menjadi rekomendasi penting bagi penelitian lanjutan dengan skala sampel yang lebih besar.

Tabel 3. Instrumen pengumpulan data dan jumlah butir.

No.	Instrumen	Responden	Jumlah Butir	Skor Maksimal
1	Lembar validasi ahli media	Ahli media	16	80
2	Lembar validasi ahli desain pembelajaran	Ahli desain pembelajaran	14	70
3	Lembar validasi ahli materi	Ahli materi	16	80
4	Angket respons guru	Guru pengampu	20	80
5	Angket respons murid	Murid	20	80
6	Tes hasil belajar berbasis *HOTS (pretest-posttest)*	Murid	20	100

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Data kevalidan dan kepraktisan dianalisis menggunakan rumus persentase sebagaimana tercantum pada Persamaan (1), yang diadaptasi dari Riduwan dan Akdon (2015).

$$P = (\Sigma x \div \Sigma X_{maks}) \times 100\% \quad (1)$$

P merupakan persentase kelayakan, Σx adalah jumlah skor yang diperoleh, sedangkan ΣXmaks adalah jumlah skor maksimal, dengan batas kriteria kelayakan minimal sebesar 61% (kategori Layak/Praktis) sebagaimana tercantum pada Tabel 2. Untuk mengukur keefektifan, digunakan analisis *Normalized Gain* (N-Gain) berdasarkan Hake (1999) melalui Persamaan (2).

$$g = (\text{Nilai Posttest} - \text{Nilai Pretest}) \div (100 - \text{Nilai Pretest}) \quad (2)$$

Selanjutnya, signifikansi peningkatan hasil belajar diuji dengan uji-t berpasangan (*paired sample t-test*) pada taraf signifikansi 5%, dilengkapi dengan penghitungan *effect size* (Cohen's d untuk sampel berpasangan) dan selang kepercayaan 95% bagi rata-rata selisih skor

Tabel 4. Kriteria kevalidan dan kepraktisan produk.

Persentase (%)	Kategori Kevalidan	Kategori Kepraktisan
81 – 100	Sangat Layak	Sangat Praktis
61 – 80	Layak	Praktis
41 – 60	Cukup Layak	Cukup Praktis
21 – 40	Kurang Layak	Kurang Praktis
≤ 20	Sangat Kurang Layak	Sangat Kurang Praktis

Sumber: Diadaptasi dari Riduwan dan Akdon (2015).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modul Praktikum Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri terintegrasi *QR Code* ini dihasilkan dalam bentuk cetak yang dilengkapi tautan dan kode *QR* menuju konten digital pendukung. Gambar 1 menyajikan tampilan sampul produk akhir.



Gambar 1. Tampilan sampul Modul Praktikum Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri terintegrasi QR Code.

Pada setiap prosedur praktikum, modul ini dilengkapi kode *QR* yang dapat dipindai murid melalui kamera telepon pintar guna mengakses video demonstrasi, animasi prosedur, maupun materi pengayaan digital. Tampilan kode *QR* pada modul dapat dilihat pada Gambar 2.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781



Gambar 2. Kode QR pada Modul Praktikum Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri untuk mengakses konten digital pendukung.

3.1. Kevalidan Produk

Hasil validasi dari ketiga ahli memperlihatkan rata-rata persentase kevalidan sebesar 79,11%, yang termasuk kategori Layak/Valid. Ahli media memberikan skor 80,00%, dengan capaian tertinggi terletak pada aspek kemudahan penggunaan dan interaktivitas (86,67%). Sementara itu, ahli desain pembelajaran memberikan skor 78,57%, dengan aspek integrasi *QR Code* mencatatkan capaian tertinggi (90,00%, kategori Sangat Layak). Adapun ahli materi memberikan skor 78,75%, dengan lima dari delapan aspek yang dinilai memperoleh skor sempurna (100%), yang meliputi kesesuaian, keakuratan, kelengkapan, kegiatan praktikum, dan kemanfaatan materi. Selain skor kuantitatif, ketiga validator juga memberikan sejumlah masukan kualitatif sebagai dasar revisi produk, sebagaimana dirangkum pada Tabel 6.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil validasi ahli terhadap produk.

No.	Validator	Jumlah Butir	Skor Perolehan	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Ahli media	16	64	80	80,00%	Layak
2	Ahli desain pembelajaran	14	55	70	78,57%	Layak
3	Ahli materi	16	63	80	78,75%	Layak
	Rata-rata keseluruhan	46	182	230	79,11%	Layak

Ketiga validator menyampaikan sejumlah catatan perbaikan yang saling melengkapi, di antaranya penyediaan salinan cadangan (*backup*) media pada *cloud drive* sekolah, penyeragaman tata bahasa dan tata letak, penambahan tautan alternatif di bawah *QR Code* untuk mengantisipasi kendala pemindaian, penguatan kata kerja operasional pada sintaks praktikum, penambahan alokasi waktu pada tiap kegiatan, serta pencantuman piktogram bahaya K3LH pada bahan kimia berisiko tinggi. Seluruh masukan tersebut kemudian ditindaklanjuti sebagai revisi minor sebelum modul diujicobakan, sehingga validasi ulang secara menyeluruh tidak diperlukan lagi. Hasil ini sejalan dengan temuan Nafillah (2024) dan Uzani et al. (2023) yang mengemukakan bahwa modul praktikum yang disusun secara sistematis dan melalui proses validasi berlapis cenderung mencapai tingkat kelayakan pada kategori Layak hingga Sangat Layak.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Tabel 6. Masukan validator dan tindak lanjut revisi produk.

No.	Validator	Kondisi Sebelum Revisi	Kondisi Sesudah Revisi
1	Ahli media	Media digital dan tautan *QR Code* belum memiliki salinan cadangan; tata letak sebagian elemen gambar dan tabel terpotong; *QR Code* belum memiliki alternatif akses.	Media disalin (*backup*) ke *cloud drive* sekolah; tata letak dirapikan; ditambahkan tautan singkat alternatif di bawah setiap *QR Code*.
2	Ahli desain pembelajaran	Kata kerja operasional pada sintaks langkah praktikum belum cukup jelas; modul belum mencantumkan alokasi waktu per kegiatan.	Kata kerja operasional pada sintaks praktikum diperjelas; ditambahkan alokasi estimasi waktu pada setiap bab/kegiatan.
3	Ahli materi	Nama bahan kimia berisiko tinggi pada deskripsi alat dan bahan belum dilengkapi piktogram bahaya.	Ditambahkan piktogram/simbol bahaya K3LH (*corrosive, flammable, toxic*) di samping nama bahan kimia berisiko tinggi.

3.2. Kepraktisan Produk

Hasil uji kepraktisan menunjukkan capaian yang sangat positif, dengan skor rata-rata kumulatif sebesar 87,81% (kategori Sangat Praktis). Dilihat dari sisi guru (n=2), skor kepraktisan mencapai 89,38%, dengan aspek relevansi kurikulum serta aspek media/*QR Code*/literasi digital yang masing-masing mencatatkan capaian di atas 90%. Adapun dari sisi murid (n=10), skor kepraktisan mencapai 87,50%, dengan aspek pemanfaatan *QR Code* dan media digital menempati capaian tertinggi (90,63%). Seluruh responden murid (100%) memberikan penilaian pada kategori minimal Praktis, bahkan mayoritas di antaranya (8 dari 10 murid) berada pada kategori Sangat Praktis.

Tabel 7. Rekapitulasi akhir kepraktisan modul.

Kelompok Responden	Jumlah Sampel (N)	Total Skor	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
Respons Guru	2	143	160	89,38%	Sangat Praktis
Respons Murid	10	700	800	87,50%	Sangat Praktis
Rata-Rata Total Kumulatif	12	843	960	87,81%	Sangat Praktis

Tingginya skor kepraktisan pada aspek pemanfaatan *QR Code* mengindikasikan bahwa penggunaan kode digital pada modul cetak berpotensi menjembatani keterbatasan bahan ajar konvensional, sejalan dengan temuan Handayani dan Haryati (2024) serta Askar et al. (2024) yang melaporkan meningkatnya kemudahan akses informasi belajar melalui pemanfaatan *QR Code*. Skor respons pengguna yang tinggi tersebut menunjukkan persepsi kemudahan penggunaan modul, dan berdasarkan respons guru serta murid pada uji coba terbatas ini, modul dapat digunakan dengan

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

relatif mudah tanpa pelatihan khusus yang rumit; namun klaim ini masih bersifat indikatif dan perlu dikonfirmasi lebih lanjut pada populasi pengguna yang lebih luas.

3.3. Keefektifan Produk

Data *pretest dan posttest* yang melibatkan 15 murid menunjukkan kenaikan rata-rata nilai dari 51,00 menjadi 89,00, dengan rata-rata *gain* sebesar 38,00 poin. Perhitungan N-Gain menghasilkan nilai rata-rata 0,78, yang termasuk kategori Tinggi ($g \geq 0{,}70$). Seluruh murid (15 dari 15, atau 100%) berhasil mencapai kategori peningkatan Tinggi tanpa ada satu pun yang berada pada kategori Sedang atau Rendah, meskipun nilai N-Gain masing-masing individu bervariasi pada rentang 0,73--0,83.

Tabel 8. Statistik deskriptif nilai pretest dan posttest.

Parameter Statistik	Nilai Pretest	Nilai Posttest
Jumlah Murid (N)	15	15
Nilai Rata-rata	51,00	89,00
Nilai Tertinggi	70	95
Nilai Terendah	25	80
Simpangan Baku	11,05	3,38

Tabel 9. Distribusi kategorisasi N-Gain murid.

Rentang N-Gain (g)	Kategori	Jumlah Murid	Persentase (%)
$g \geq 0{,}70$	Tinggi	15	100,00%
$0{,}30 \leq g < 0{,}70$	Sedang	0	0,00%
$g < 0{,}30$	Rendah	0	0,00%
Total		15	100,00%

Hasil uji-t berpasangan menghasilkan nilai t-hitung sebesar 18,46 dengan derajat bebas 14, jauh melampaui nilai t-tabel (≈2,145) pada taraf signifikansi 5% dua sisi, dengan nilai $p < 0{,}001$. Temuan ini menunjukkan bahwa perbedaan skor pretest dan posttest bersifat signifikan secara statistik, sebagaimana diuraikan lebih lanjut pada Tabel 10. Hasil ini sejalan dengan penelitian Deamita et al. (2023) yang juga melaporkan bahwa penggunaan e-modul berbasis *QR Code* menunjukkan peningkatan capaian belajar murid, sekaligus menambah bukti empiris baru pada konteks pembelajaran praktikum vokasi bidang kimia industri yang sebelumnya jarang dikaji.

Tabel 10. Hasil uji *paired sample t-test*.

Parameter	Nilai
Rata-rata Selisih (*Posttest – Pretest*)	38,00
Simpangan Baku Selisih	7,97
Derajat Bebas (df = N − 1)	14
t-hitung	18,46
t-tabel (df = 14, α = 0,05, dua sisi)	≈ 2,145
Signifikansi (p-value)	< 0,001
Selang Kepercayaan 95% Rata-rata Selisih	33,59 – 42,41
Effect size (Cohen's d berpasangan = rata-rata selisih ÷ SD selisih)	≈ 4,77 (sangat besar)

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Nilai t yang tinggi dan effect size yang sangat besar tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang kuat antara skor *pretest* dan *posttest* dalam kelompok yang sama. Namun demikian, signifikansi statistik ini semata menunjukkan bahwa skor sebelum dan sesudah berbeda secara statistik; hal ini tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa modul atau *QR Code* merupakan satu-satunya penyebab perubahan tersebut, karena desain *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol tidak dapat mengeliminasi kemungkinan pengaruh faktor lain seperti pembelajaran guru, latihan soal, pengalaman mengikuti pretest, atau alokasi waktu pembelajaran. Penulis mengakui keterbatasan desain ini secara eksplisit pada bagian Simpulan.

Penggunaan instrumen tes berbasis *HOTS* pada jenjang kognitif C4--C5 dalam pengujian ini turut mengindikasikan bahwa murid menunjukkan capaian yang baik pada soal-soal yang dirancang untuk mengukur kemampuan menganalisis dan mengevaluasi prosedur kerja praktikum. Produk yang diuji dalam penelitian ini adalah "modul praktikum terintegrasi *QR Code*" sebagai satu kesatuan intervensi, mencakup materi, struktur kegiatan, lembar kerja, prosedur, video digital, dan interaksi guru. Dengan kata lain, integrasi *QR Code* pada modul praktikum berpotensi mendukung aspek kognitif tingkat tinggi maupun pada aspek kemandirian belajar murid.

3.4. Implikasi Hasil Penelitian

Secara teoretis, temuan ini dapat dijelaskan melalui tiga kerangka teori dengan fungsi analitis yang berbeda. Teori konstruktivisme menjelaskan bagaimana murid membangun pemahaman prosedural melalui pengalaman langsung berinteraksi dengan modul dan aktivitas praktikum. Teori *experiential learning* (Kolb) menjelaskan siklus pengalaman–refleksi–konseptualisasi–eksperimen yang terjadi ketika murid memindai *QR Code* untuk menonton demonstrasi, merefleksikannya, lalu mempraktikkan dan menjawab soal evaluasi. Adapun teori *multimedia learning* (Mayer) menjelaskan bagaimana integrasi teks pada modul cetak dengan visual dan video yang diakses melalui *QR Code* dapat mendukung pemrosesan informasi ganda (verbal dan visual) yang lebih efektif dibandingkan teks cetak saja.

Secara praktis, capaian kevalidan dan kepraktisan yang konsisten tinggi, disertai indikasi awal peningkatan hasil belajar, menunjukkan bahwa modul ini berpotensi menjadi alternatif bahan ajar praktikum, terutama untuk materi yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi. Modul juga berpotensi mendukung kemandirian belajar murid — sejalan dengan permasalahan awal yang diidentifikasi pada bagian Pendahuluan — namun karena aspek kemandirian belajar tidak diukur secara langsung melalui instrumen khusus dalam penelitian ini, klaim tersebut untuk saat ini dibatasi sebagai potensi yang perlu dikonfirmasi melalui penelitian lanjutan.

4. SIMPULAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan Modul Praktikum Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri Terintegrasi *QR Code* yang memperoleh penilaian layak dari validator (79,11%, kategori Layak), dan sangat praktis berdasarkan uji coba terbatas (87,81%, kategori Sangat Praktis). Uji awal keefektifan menggunakan *one-group pretest-posttest* menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar dengan N-Gain kategori tinggi (0,78) dan perbedaan skor *pretest-posttest* yang signifikan secara statistik ($t=18{,}46$; $df=14$; $p<0{,}001$; Cohen's $d \approx 4{,}77$). Temuan ini menunjukkan potensi modul sebagai bahan ajar praktikum berbasis teknologi pada pendidikan vokasi bidang kimia industri, meskipun keefektifannya secara kausal masih perlu dikonfirmasi melalui uji lapangan dengan kelompok pembanding.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan : (1) skala uji coba yang masih tergolong kecil (10–15 responden); (2) desain evaluasi keefektifan yang belum menyertakan kelompok kontrol pembanding, sehingga peningkatan hasil belajar belum sepenuhnya dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lain di luar penggunaan modul; (3) kemungkinan novelty effect dari penggunaan QR Code yang masih tergolong baru bagi murid, yang dapat turut mendorong motivasi dan hasil belajar secara sementara; (4) ketergantungan pelaksanaan modul pada ketersediaan smartphone dan akses internet murid; serta (5) belum diketahuinya keberlanjutan (*retention*) hasil belajar dalam jangka menengah–panjang setelah beberapa minggu atau bulan penggunaan modul. Untuk itu, penelitian selanjutnya disarankan melaksanakan uji coba lapangan dengan skala yang lebih luas dan desain kuasi-eksperimen berkelompok kontrol, mengukur retensi hasil belajar pada rentang waktu tertentu setelah intervensi, serta mengeksplorasi penerapan model pengembangan serupa pada mata pelajaran produktif lain di lingkungan pendidikan vokasi.

5. PERNYATAAN PENULIS

[Pernyataan penulis belum tersedia dalam naskah — mohon dilengkapi oleh penulis (konflik kepentingan, orisinalitas, dan ucapan terima kasih bila ada).]

6. REFERENSI

Ahmad, M. S. (2020). Pengembangan modul praktikum kimia dasar berbasis *smart book* dengan pemanfaatan *QR Code* pada Android. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia: Kajian Hasil Penelitian Pendidikan Kimia*, 7(2), 71–81.

Askar, Auliah, A., & Hardin. (2024). Pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi *Quick Response (QR) Code* pada materi pokok senyawa hidrokarbon. *CHEMEDU*, 5(1), 28–45.

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.

Deamita, C. E., Fitriyati, U., & Susilo, H. (2023). *Development of ecosystem e-module based on socio-scientific problems assisted by Quick Response Code (QR Code) to enhance scientific literacy of class X students in SMAN 1 Kepanjen*. Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-275-0

Diana, Z., Kumala, S. F., & Sutiah, S. (2025). *R&D based Islamic religious education learning strategy: Types of models and their role*. *Jurnal Wahana Pendidikan*, 12(1), 93. https://doi.org/10.25157/jwp.v12i1.16906

Eralita, N. (2023). Analisis keterampilan proses sains dalam praktikum kimia fisika. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(2), 187–196. https://doi.org/10.19109/ojpk.v7i2.19402

Fitriyenni, S., Kadir, K., & Askar, R. A. (2023). Pengembangan modul kimia materi struktur atom terintegrasi nilai-nilai Islam berbantuan *Quick Response (QR)-Code*. *Dharmas Education Journal (DE_Journal)*, 4(1), 51–58. https://doi.org/10.56667/dejournal.v4i1.905

Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Indiana University.

Handayani, F. A., & Haryati, T. (2024). Pemanfaatan media pembelajaran *QR-Code* sebagai upaya implementasi pendidikan sesuai kodrat zaman KHD di SMP Negeri 6 Semarang. *Jurnal Pendidikan*, 9(2), 809–815.

Kemendikbudristek. (2022). *Pembelajaran dan asesmen*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Nafillah, K. (2024). *Development of a guided inquiry-scientific laboratory (GISL) based health chemistry practicum module*. *International Journal of Chemistry Education Research*, 8(2). https://doi.org/10.20885/ijcer.vol8.iss2.art8

Riduwan, & Akdon. (2015). *Rumus dan data dalam analisis statistika*. Alfabeta.

Robertson, T., & Kobylianskii, K. (2025). QR codes for on-demand student training in teaching laboratories and data-driven feedback for instructors. *Journal of Chemical Education*, 102(8), 3609–3614. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c00070

Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022). *A comparative study of the ADDIE instructional design model in distance education*. *Information*, 13(9), Article 402. https://doi.org/10.3390/info13090402

Suyitno, S., Jatmoko, D., Primartadi, A., & Ab-Latif, Z. (2023). *Industry practice platform based on work-based learning: Solutions to improve student competence*. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 13(1), 98–106.

Szabo, D. A. (2022). Adapting the "ADDIE" instructional design model in online education. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai Psychologia-Paedagogia*, 67(1), 125–140. https://doi.org/10.24193/subbpsyped.2022.1.08

Uzani, H. D., Al Idrus, S. W., & Anwar, Y. A. S. (2023). Pengembangan modul praktikum virtual berbasis keterampilan berpikir kritis pada materi asam basa. *Chemistry Education Practice*, 6(1), 101–107. https://doi.org/10.29303/cep.v6i1.4262

Wijayanto, H. L. (2023). Pengembangan bahan ajar praktikum berbasis *teaching factory* di Politeknik Industri Logam Morowali. *Jurnal SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(3).

Yuliastrin, Vebrianto, R., Arrumi, Susilawati, & Berlian. (2024). Pengembangan modul berbasis *Quick Response Code* pada materi keanekaragaman hayati*. Jurnal Basicedu, 8(1), 156-170.*

Zamsiswaya, Syawaluddin, & Syahrizul. (2024). Pengembangan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). *Journal of Islamic Education El Madani, 4 (1), 11-19*.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.xxxxxx
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781