

Evaluasi Penyelenggaraan Praktikum Isolasi DNA dengan Metode Kolom di Laboratorium Biokimia dan Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia



Mujiyanto^{a,1*}

^a*Laboratorium Biokimia dan Gizi, Fakultas Kedokteran UII, Jl. Kaliurang No.KM. 14,5, Krawitan, Umbulmartani, Kec. Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55584*

¹ mujiyanto@uii.ac.id*

*corresponding author

ABSTRAK

Isolasi DNA merupakan teknik fundamental dalam biologi molekuler dan penelitian medis. Meskipun penting, evaluasi terstruktur praktikum isolasi DNA dalam pendidikan kedokteran masih terbatas, terutama di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas praktikum isolasi DNA berbasis kolom dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang teknik biomolekuler. Desain kuasi-eksperimental pretest-postes dilakukan terhadap 163 mahasiswa kedokteran tahun kedua di Universitas Islam Indonesia. Sampel darah lengkap digunakan untuk isolasi DNA menggunakan kit berbasis kolom komersial (Favorgen). Konsentrasi DNA diukur menggunakan spektrofotometer NanoDrop (ng/μL). Pengetahuan mahasiswa dinilai melalui skor pretes dan postes, dan pengalaman belajar dievaluasi lebih lanjut menggunakan kuesioner terstruktur tentang kinerja asisten pengajar dan fasilitas laboratorium. Data dianalisis menggunakan uji-t berpasangan dan statistik deskriptif. Praktikum menghasilkan konsentrasi DNA berkisar antara 26,25 hingga 1495,73 ng/μL, meskipun satu sampel gagal terdeteksi. Nilai rata-rata tes mahasiswa meningkat secara signifikan dari 64,63 (SD 24,28) menjadi 93,19 (SD 11,32) ($p < 0,001$). Hasil kuesioner menunjukkan kepuasan yang tinggi, dengan nilai rata-rata 3,94 untuk kinerja asisten dan 3,93 untuk fasilitas laboratorium (skala 0–4). Praktikum isolasi DNA berbasis kolom secara efektif meningkatkan pengetahuan teoretis mahasiswa dan memberikan pengalaman langsung dalam keterampilan laboratorium molekuler. Meskipun terdapat beberapa variabilitas dalam hasil DNA, evaluasi keseluruhan menunjukkan nilai pedagogis yang kuat. Temuan ini mendukung integrasi praktikum isolasi DNA terstruktur ke dalam kurikulum kedokteran untuk memperkuat kompetensi dalam ilmu biomolekuler. Penelitian di masa mendatang sebaiknya mengeksplorasi retensi keterampilan jangka panjang dan optimalisasi protokol praktikum.

Kata kunci: Isolasi DNA; Metode kolom; Spektrofotometer Nanodrop; Evaluasi praktikum; hasil belajar mahasiswa

ABSTRACT

DNA isolation is a fundamental technique in molecular biology and medical research. Despite its importance, structured evaluations of DNA isolation practicums in medical education remain limited, particularly in Indonesia. This study aimed to evaluate the effectiveness of a column-based DNA isolation practicum in improving students' understanding of biomolecular techniques. A quasi-experimental pretest-posttest design was conducted with 163 second-year medical students at Universitas Islam Indonesia. Whole blood samples were used for DNA isolation employing a commercial column-based kit (Favorgen). DNA concentration was measured using a NanoDrop spectrophotometer (ng/μL). Students' knowledge was assessed through pretest and posttest scores, and learning experiences were further evaluated using a structured questionnaire on teaching assistant performance and laboratory facilities. Data were analyzed using paired t-tests and descriptive statistics (SPSS v23). The practicum yielded DNA concentrations ranging from 26.25 to 1495.73 ng/μL, although one sample failed to be detected. Students' mean test scores significantly increased from 64.63 (SD 24.28) to 93.19 (SD 11.32) ($p < 0.001$). Questionnaire results demonstrated high satisfaction, with mean ratings of 3.94 for assistant performance and 3.93 for laboratory facilities (scale 0–4). The column-based DNA isolation practicum effectively enhanced students' theoretical knowledge and provided hands-on experience in molecular laboratory skills. Despite some variability in DNA yield, the overall evaluation indicates strong pedagogical value. These findings support the integration of structured DNA isolation practicums into medical curricula to strengthen competency in biomolecular sciences. Future research should explore long-term retention of skills and optimization of practical protocols.



<http://dx.doi.org/10.29238/helab.v1i2.2675>



pplpi@poltekkesjogja.ac.id

Keywords: DNA isolation; Column method; Nanodrop spectrophotometer; Practicum evaluation; student learning outcomes

This is an open access article under the CC-BY-SA license.



Received: November 30th 2024

Revised: September 26th 2025

Accepted: September 29th 2025

Pendahuluan

Isolasi DNA adalah teknik untuk memperoleh asam deoksiribonukleat (DNA) dari organisme hidup. Proses ini melibatkan pemisahan DNA dari lokasi asalnya (ekstraksi atau lisis), yang umumnya dilakukan melalui homogenisasi serta penambahan buffer ekstraksi atau buffer lisis untuk melindungi DNA dari kerusakan.(1) Tujuan isolasi DNA adalah memisahkan DNA dari komponen lain seperti lipid, protein, polisakarida, dan senyawa lainnya. Proses ini bermanfaat untuk berbagai analisis molekuler dan aplikasi rekayasa genetika, seperti pengeditan genom, transformasi, serta PCR.(2) DNA memiliki struktur heliks ganda yang tersusun secara antiparalel, terdiri dari gula pentosa (deoksiribosa), gugus fosfat, dan pasangan basa. Pasangan basa DNA terbagi menjadi dua jenis, yaitu basa purin dan pirimidin. Proses isolasi DNA melibatkan beberapa langkah, yaitu: pemisahan sel, pelisiran dinding dan membran sel, ekstraksi ke dalam larutan, pemurnian, serta presipitasi.

Isolasi DNA digunakan dalam analisis genetik untuk berbagai keperluan ilmiah, medis, maupun forensik. Dalam forensik, hasil isolasi DNA bermanfaat untuk identifikasi individu, seperti pada kasus kecelakaan, korban kekerasan seksual, korban perang, penentuan hubungan kekerabatan, atau identifikasi hewan langka dan spesies baru. Sehingga, praktikum isolasi DNA ini memberikan dasar pengetahuan biomolekuler yang dapat mendukung mahasiswa dalam penelitian di masa depan. Selain itu, dengan mempunyai bekal ilmu tentang isolasi DNA, mahasiswa mampu bersaing di masa depan. Sebab, ilmu bidang biomolekuler, termasuk isolasi DNA, akan menjadi hal yang dibutuhkan dan terus berkembang. Teknik isolasi DNA saat ini telah berkembang dengan pesat. Salah satu metode yang digunakan adalah metode kolom. Metode ini termasuk yang mudah dan sederhana untuk dilakukan. Metode kolom adalah teknik isolasi DNA yang memanfaatkan membran silika sebagai penyaring DNA yang telah dipisahkan dari sel. Dalam metode ini, penggunaan kit dengan reagen khusus dapat meningkatkan kualitas serta kuantitas DNA yang diperoleh. (3) Namun, beberapa penelitian membandingkan metode kolom dengan metode lain seperti resin, fenol-kloroform, atau metode in-house, menunjukkan bahwa meskipun kolom unggul dalam kemurnian, ada kalanya kuantitas DNA, efisiensi pengikatan, atau kemampuan downstream (misalnya keberhasilan PCR) masih dipengaruhi oleh jenis reagen, protokol homogenisasi, dan kondisi laboratorium.(4)

Walaupun metode kolom banyak digunakan di laboratorium diagnostik dan penelitian, evaluasi sistematis terhadap penyelenggaraan praktikum isolasi DNA metode kolom di tingkat pendidikan kedokteran khususnya di institusi-institusi di Indonesia masih

terbatas. Tidak jelas seberapa besar praktikum tersebut berhasil mengajarkan keterampilan teknis, seberapa konsisten hasil isolasi DNA dari mahasiswa, serta faktor-faktor apa yang menghambat pencapaian hasil yang optimal (seperti ketersediaan fasilitas, persiapan reagen, instruksi/demonstrasi, pengalaman sebelumnya).(5-7) Ini merupakan kesenjangan pengetahuan yang penting, karena tanpa evaluasi, praktikum mungkin kurang efektif atau bahkan memberikan gambaran yang bias terhadap kemampuan mahasiswa.

Urgensi penelitian ini meningkat dalam konteks perkembangan pesat teknologi molekuler dan meningkatnya kebutuhan diagnostik berbasis DNA di bidang kesehatan. Sebagai contoh, *global diagnostics and molecular diagnostics market* menunjukkan pertumbuhan signifikan dalam penggunaan PCR, sekvensing, dan aplikasi isolasi DNA dalam deteksi penyakit dan penelitian klinis. Studi perbandingan metode isolation kolom dan resin di Indonesia menunjukkan bahwa metode kolom memiliki kemurnian yang lebih tinggi, meskipun belum banyak dievaluasi dalam konteks pendidikan. Selain itu, dalam pendidikan kedokteran, kurikulum modern menuntut lulusan tidak hanya mampu memahami teori, tetapi juga memiliki kompetensi laboratorium yang sesuai dengan tuntutan riset dan praktik klinis.(8)

Berdasarkan gap dan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penyelenggaraan praktikum isolasi DNA dengan metode kolom di Laboratorium Biokimia dan Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa penyelenggaraan praktikum isolasi DNA metode kolom di FK UII memiliki variabilitas dalam hasil isolasi antar mahasiswa, dan bahwa faktor-faktor seperti instruksi yang jelas, pengalaman praktik sebelumnya, dan kualitas fasilitas akan berkontribusi signifikan terhadap perbedaan hasil. Dengan evaluasi ini, diharapkan institusi dapat memperbaiki desain praktikum agar menghasilkan lulusan dengan kompetensi molekuler yang tinggi dan siap berpartisipasi dalam penelitian dan aplikasi klinis.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *quasi-experimental pre-post design* yang dikombinasikan dengan *descriptive cross-sectional evaluation*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Indonesia, pada semester kedua tahun akademik 2023/2024. Sebanyak 163 mahasiswa kedokteran tahun kedua berpartisipasi, dengan kriteria inklusi berupa pendaftaran aktif dan kehadiran dalam praktikum, sementara mahasiswa yang tidak hadir selama pra-uji atau pasca-uji dikeluarkan. Sampel darah lengkap (masing-masing 200 µl) diperoleh dari darah manusia yang dikumpulkan secara komersial dan dianonimkan untuk memastikan keamanan hayati dan kepatuhan etika. Isolasi DNA dilakukan menggunakan kit kolom membran silika (Favorgen, Taiwan). Alat dan bahan yang digunakan: mikropipet, *blue tip, yellow tip, white tip*, *tube* 1,5 ml, *tatakan tube, vortex mixer*, sentrifus, inkubator kering. Sedangkan bahan yang digunakan adalah darah *whole blood, proteinase-K*, etanol absolut, dan *aquabidest*. Prinsip dalam isolasi DNA meliputi : (1) preparasi sel, sampel yang digunakan adalah *whole blood* , (2) lisis membran sel, (3) degradasi protein,

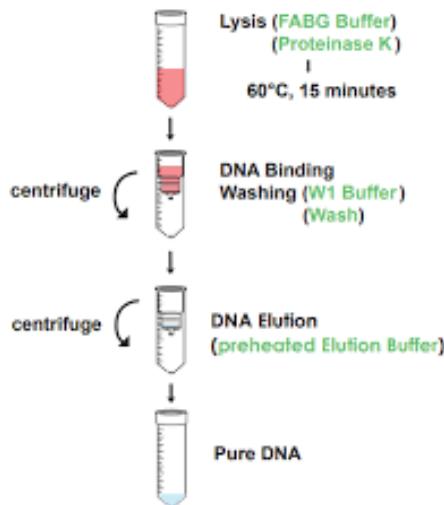
(4) pencucian atau *washing*, dan (5) Elusi atau *elution*. Praktikum isolasi DNA dengan metode kolom dilakukan dengan langkah kerja sebagai berikut : sampel darah yang telah diambil sebanyak 200 μ l, ditambahkan reagen FABG 200 μ l untuk melisiskan sel dan proteinase-K sebanyak 20 μ l untuk degradasi protein. Selanjutnya dihomogenkan dengan *vortex mixer*, dan ditambahkan etanol absolut sebanyak 200 μ l, dan disentrifus 12.000 rpm selama 1 menit. Cairan dalam tabung kolom dibuang, ditambahkan reagen WI sebanyak 500 μ l, sentrifus kembali dan cairan dalam tabung dibuang lagi. Langkah selanjutnya adalah menambahkan 750 μ l *wash buffer*, sentrifus kembali dan cairan dalam tabung kolom yang terbentuk dibuang kembali. Setelah itu dilakukan kembali sentrifus dengan kecepatan 12.000 rpm selama 3 menit. Tabung *filter* ditumpangkan diatas tabung 1,5 ml, lalu ditambahkan *elution buffer* sebanyak 200 μ l dan didiamkan dalam suhu ruang selama 3 menit. Selanjutnya dilakukan sentrifus pada kecepatan 12.000 rpm dengan waktu 2 menit. Hasil isolasi DNA yang diperoleh kemudian diukur konsentrasi dengan nanodrop spektrofotometer kemudian disimpan pada suhu 4° atau -20°C hingga dilakukan analisis. Konsentrasi DNA (ng/ μ l) dan kemurnian (rasio A260/A280) diukur menggunakan spektrofotometer Nanodrop (Maestrogen, Taiwan), dengan setiap sampel dinilai dalam rangkap tiga. Hasil belajar mahasiswa dievaluasi menggunakan tes pra dan pasca tervalidasi yang terdiri dari 10 butir pilihan ganda, sementara persepsi terhadap layanan laboratorium dikumpulkan menggunakan kuesioner skala Likert 14 butir dengan konsistensi internal yang dapat diterima (alfa Cronbach = 0,82). Analisis data meliputi statistik deskriptif untuk hasil DNA dan respons kuesioner. Perbedaan skor pra dan pasca diperiksa menggunakan uji-t berpasangan atau uji peringkat bertanda Wilcoxon jika diperlukan, dengan signifikansi $p < 0,05$. Semua analisis dilakukan menggunakan SPSS Statistics versi 23.0.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengevaluasi pelaksanaan praktikum isolasi DNA menggunakan metode berbasis kolom di Laboratorium Biokimia dan Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia. Kegiatan praktikum merupakan salah satu bentuk pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa memahami suatu ilmu. Praktikum adalah kegiatan belajar yang berbentuk pengamatan terhadap percobaan atau pengujian yang diikuti dengan analisis dan penyimpulan terhadap hasil pengamatan tersebut. Biasanya praktikum dilakukan untuk menunjang kegiatan belajar mengajar yang dilakukan di laboratorium. Evaluasi penyelenggaraan praktikum isolasi DNA pada penelitian ini, dilakukan untuk melihat bagaimana kegiatan praktikum mampu untuk meningkatkan pemahaman ilmu biomolekuler. Selain itu, praktikum ini diharapkan menjadi bekal keilmuan tentang salah satu teknik isolasi DNA, yaitu dengan metode kolom. Pemilihan metode ini karena langkah kerjanya cukup mudah untuk dilakukan. DNA merupakan materi genetik yang berfungsi untuk mengatur aktivitas biologis seluruh bentuk kehidupan. Ekstraksi atau isolasi DNA adalah salah satu teknik dasar yang harus dikuasai dalam mempelajari teknik biologi molekuler.(9)

Ekstraksi DNA merupakan langkah awal dalam mengisolasi molekul DNA yang harus bersumber langsung dari asalnya. Seluruh jaringan dan cairan tubuh terdapat DNA, sehingga DNA genom dapat diisolasi dari bahan biologis yang mengandung inti sel, seperti darah, semen, kuku, rambut, tulang dan lain sebagainya.(10) Dalam praktikum ini yang digunakan adalah darah karena relatif mudah untuk diperoleh.

Isolasi metode kolom merupakan salah satu metode isolasi DNA yang cukup mudah dan sederhana. Prosesnya tidak begitu sulit. Pada prinsipnya, isolasi DNA memiliki tiga tahapan, yaitu : lisis dinding dan membran sel, pemisahan atau purifikasi DNA, dan presipitasi DNA.(11) Proses isolasi DNA dengan metode kolom dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Langkah kerja isolasi DNA dengan metode kolom (12)

Setelah didapatkan hasil isolasi DNA, kemudian dilihat konsentrasinya menggunakan spektrofotometer nanodrop. Praktikum isolasi DNA pada mahasiswa tahun kedua di Fakultas Kedokteran UII ini dibagi menjadi 3 kelas dengan setiap kelas dilakukan 3 kelompok praktikum, yaitu kelompok A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, dan C3. Berdasarkan praktikum isolasi DNA ini, didapatkan nilai konsentrasinya sebagai berikut :

Tabel 1. Konsentrasi hasil isolasi DNA

No	Kode Sampel	Konsentrasi DNA (ng/µL)
1.	A1	174,19
2.	A2	1264,01
3.	A3	368,18
4.	B1	1495,73
5.	B2	306,19
6.	B3	668,75
7.	C1	311,18
8.	C2	Tidak terdeteksi
9.	C3	26,25

Pengukuran konsentrasi isolasi DNA dari hasil praktikum menunjukkan nilai yang beragam, dari nilai terkecil 26,25 ng/µL sampai 1495,73 ng/µL. Ada pula yang tidak terdeteksi. DNA dikatakan berkualitas baik apabila konsentrasi diatas 100 ng/µl berdasarkan

pengukuran dengan spektrofotometer.(13) Sampel yang menunjukkan hasil tidak terdeteksi, kemungkinan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain salah dalam melakukan *pippeting* reagen, baik volume maupun jenis reagennya. Kondisi praktikum yang dilakukan oleh beberapa mahasiswa yang dibantu oleh asisten, dapat mengakibatkan salah prosedur atau tertukar urutan prosedurnya. Padahal, prosedur isolasi DNA haruslah urut sesuai dengan petunjuknya. Variabilitas hasil DNA yang diamati dalam studi ini konsisten dengan laporan sebelumnya yang menekankan sensitivitas ekstraksi DNA berbasis kolom terhadap akurasi prosedural dan keterampilan operator.(14) Meskipun tujuh dari sembilan kelompok mencapai hasil di atas ambang batas yang umum diterima untuk DNA berkualitas baik (>100 ng/ μ L), satu kelompok menghasilkan DNA pada konsentrasi yang sangat rendah dan kelompok lainnya gagal menghasilkan DNA yang terdeteksi. Temuan serupa dilaporkan oleh Guan dkk. (2023), yang menyoroti bahwa pemipatan yang tidak konsisten, lisis yang tidak sempurna, atau kesalahan dalam penambahan reagen dapat menyebabkan pemulihan yang buruk di lingkungan pendidikan di mana siswa yang kurang berpengalaman melakukan prosedur tersebut.(15) Variasi ini menggarisbawahi pentingnya memperkuat akurasi bertahap dan memperkenalkan langkah-langkah pengendalian kualitas seperti mengevaluasi rasio A260/A280, yang tidak dilakukan dalam studi ini dan merupakan keterbatasan dari temuan ini.

Praktikum isolasi DNA dilakukan pada skala laboratorium dengan melibatkan mahasiswa yang dibantu oleh asisten. Sebelum kegiatan praktikum dimulai, dilakukan terlebih dahulu *pretest*, dimana mahasiswa akan diberi sejumlah soal untuk dikerjakan. Selanjutnya, dosen pengampu praktikum akan memberi kuliah materi tentang isolasi DNA. Kegiatan praktikum dilakukan oleh mahasiswa yang dibagi menjadi beberapa kelompok dan dibantu oleh asisten. Setelah praktikum selesai, yang ditandai dengan pengukuran konsentrasi hasil isolasi DNA, praktikum diakhiri dengan *posttest*. Nilai sebelum praktikum dimulai (*pretest*) dan nilai sesudah praktikum (*posttest*) ini kemudian dianalisis dengan SPSS versi 23 untuk dilihat perubahan dan korelasinya. Hasil pengolahan data *pretest* dan *posttest* dengan SPSS dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Data statistik nilai *pretest posttest*

<i>Paired Samples Statistics</i>				
		Mean	N	Std. Deviation
				Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	64.63	163	24.277
	Posttest	93.19	163	11.315

Berdasarkan tabel 2, terdapat 163 mahasiswa yang mengikuti penelitian. Rata-rata nilai *pretest* adalah 64,63, sedangkan rata-rata nilai *post-test* mencapai 93,19, menunjukkan peningkatan signifikan setelah praktikum. Hasil ini mengindikasikan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap materi praktikum isolasi DNA.

Analisis dari uji sampel berpasangan didapatkan nilai *sig. 2-tailed* sebesar 0,000, yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara sebelum praktikum dimulai dengan

sesudah praktikum dilaksanakan. Jika nilai signifikansi uji $t < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Artinya terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen.(16) Hasil uji t dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Uji t nilai pretest dan postest

<i>Paired Samples Test</i>		<i>Paired Differences</i>				<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>
		<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>Std. Error Mean</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>			
					<i>Lower</i>	<i>Upper</i>		
<i>Pair</i>	<i>Pretest - Posttest</i>	-28.558	25.620	2.007	-32.521	-24.596	-14.231	162 .000
<i>1</i>								

Selain hasil teknis, kontribusi paling signifikan dari praktikum ini terletak pada dampak pendidikannya. Nilai rata-rata mahasiswa meningkat secara substansial dari 64,6 (pra-tes) menjadi 93,2 (pasca-tes), dengan hasil uji- t berpasangan yang mengonfirmasi signifikansi statistik ($p < 0,001$). Temuan ini sejalan dengan penelitian Djunet dkk. (2021), yang melaporkan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis laboratorium dalam biologi molekuler secara signifikan meningkatkan pemahaman mahasiswa dibandingkan dengan sesi berbasis kuliah.(17) Pengalaman laboratorium langsung telah diakui secara luas dapat mendorong pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep molekuler dan mengembangkan kompetensi praktis yang penting bagi penelitian biomedis di masa mendatang.(18,19) Hasil penelitian ini memperkuat bukti ini, menunjukkan bahwa menggabungkan latihan laboratorium terstruktur seperti isolasi DNA dapat secara efektif menjembatani pengetahuan teoretis dan penerapan praktis dalam pendidikan kedokteran.

Data yang dianalisis selanjutnya adalah data kuisioner yang diisi oleh mahasiswa setelah mengikuti kegiatan praktikum. Data ini digunakan untuk menilai kinerja asisten dan layanan di laboratorium pada saat kegiatan praktikum berlangsung. Nilai Kinerja Asisten (NKA) menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan rata-rata kinerja asisten sebesar 3,94 dan rata-rata fasilitas praktikum 3,93 dari total skor 4,00. Meskipun terdapat beberapa kasus di mana hasil isolasi DNA tidak terdeteksi, praktikum ini tetap dinilai berjalan dengan baik. Rata-rata penilaian kinerja asisten dan fasilitas praktikum dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengisian kuisioner nilai kinerja asisten

No	Uraian Indikator Penilaian	Skor Penilaian
Parameter Penilaian Asisten		
1	Kemampuan asisten menerangkan materi praktikum pada praktikan.	3.98
2	Kemampuan asisten menanggapi pertanyaan praktikan	3.93
3	Kemampuan asisten memotivasi praktikan untuk melakukan tugasnya.	3.93
4	Kemampuan dan disiplin asisten terhadap pengaturan waktu praktikum.	3.93
5	Semangat asisten dalam membimbing praktikan.	3.93
6	Asisten dapat memberi teladan /moral keislaman kepada praktikan.	3.91
7	Kesesuaian materi diskusi dengan materi praktikum	3.95
Rerata nilai kinerja asisten		3.94

Parameter Penilaian Fasilitas Praktikum		
1	Tujuan praktikum disampaikan	3.95
2	Kegiatan praktikum mendukung pemahaman mahasiswa terhadap materi	3.93
3	Tujuan pembelajaran praktis terintegrasi	3.93
4	Waktu untuk praktikum mencukupi	3.91
5	Metode penilaian praktikum objektif	3.93
6	Sarana memadai (ruang, sound system, komputer, LCD)	3.93
7	Alat praktikum memadai (video ajar)	3.93
Rerata nilai fasilitas praktikum		
	3.93	

Evaluasi mahasiswa yang sangat positif terhadap asisten pengajar (rata-rata = 3,94/4,00) dan fasilitas laboratorium (rata-rata = 3,93/4,00) semakin memperkuat hasil praktikum ini. Penelitian sebelumnya telah menyoroti peran mentor sebaya dan asisten pengajar dalam meningkatkan pembelajaran laboratorium dengan memberikan bimbingan, mengklarifikasi prosedur, dan menumbuhkan motivasi.(20) Dalam konteks ini, penilaian positif menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya mendapatkan manfaat dari latihan teknis tetapi juga dari sistem pendukung terstruktur yang disediakan oleh laboratorium.

Tiga temuan utama yang muncul: (1) konsentrasi DNA yang diperoleh sangat bervariasi antar kelompok, dengan sebagian besar sampel menghasilkan >100 ng/ μ L tetapi satu sampel tidak terdeteksi; (2) mahasiswa menunjukkan peningkatan pemahaman teoretis yang signifikan, terbukti dari peningkatan skor pasca-tes dibandingkan dengan skor pra-tes; dan (3) mahasiswa memberikan penilaian yang tinggi terhadap kinerja asisten dan fasilitas laboratorium, yang menunjukkan lingkungan belajar yang positif.

Implikasi dari temuan ini ada dua. Pertama, dari perspektif pedagogis, praktikum ini menunjukkan nilai integrasi teknik biologi molekuler ke dalam tahun-tahun awal pendidikan kedokteran. Pemaparan terhadap metode dasar seperti isolasi DNA membekali mahasiswa dengan keterampilan biomolekuler dasar yang semakin relevan dalam kedokteran modern, termasuk diagnostik, pengobatan personal, dan aplikasi forensik.(21) Kedua, dari perspektif manajemen laboratorium, variabilitas yang teramat dalam hasil DNA menyoroti perlunya penyempurnaan berkelanjutan dalam desain instruksional. Penggabungan tutorial video langkah demi langkah, sesi praktik mikropipet, dan supervisi berkala dapat meminimalkan kesalahan prosedural dan memastikan hasil yang lebih konsisten di seluruh kelompok.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, kualitas DNA yang diisolasi hanya dinilai melalui pengukuran konsentrasi tanpa mengevaluasi rasio kemurnian (A260/A280), integritas (elektroforesis gel), atau kinerja hilir (misalnya, amplifikasi PCR). Dengan demikian, kesimpulan tentang kualitas DNA masih belum lengkap. Kedua, desain potong lintang membatasi evaluasi retensi pengetahuan dan keterampilan jangka panjang. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan penilaian lanjutan atau pelacakan longitudinal untuk menentukan apakah kompetensi praktis masih dipertahankan setelah tes pasca-langsung. Ketiga, meskipun persepsi mahasiswa terhadap asisten dan fasilitas telah diukur, validitas kuesioner belum dieksplorasi lebih lanjut dari

konsistensi internal. Validasi psikometrik yang lebih komprehensif akan memperkuat reliabilitas evaluasi tersebut.

Singkatnya, praktikum isolasi DNA menggunakan metode berbasis kolom secara efektif meningkatkan pengetahuan teoretis mahasiswa dan mendapat sambutan positif dalam hal dukungan pengajaran dan fasilitas laboratorium. Namun, variabilitas hasil DNA menggarisbawahi pentingnya akurasi teknis dan jaminan mutu di laboratorium pendidikan. Upaya ke depan harus bertujuan untuk memperkuat luaran teknis dan dampak pendidikan dengan mengintegrasikan langkah-langkah pengendalian mutu yang kuat, alat evaluasi yang tervalidasi, dan penilaian longitudinal.

Kesimpulan

Studi ini menunjukkan bahwa penerapan praktikum isolasi DNA menggunakan metode kolom untuk mahasiswa kedokteran tahun kedua efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis dalam biologi molekuler. Peningkatan ini dibuktikan dengan peningkatan yang terukur dalam nilai konsentrasi DNA, peningkatan yang signifikan antara skor pra dan pasca, dan evaluasi positif yang konsisten terhadap asisten dan fasilitas laboratorium. Temuan ini menyoroti nilai integrasi teknik molekuler langsung ke dalam kurikulum medis untuk memperkuat kompetensi laboratorium mahasiswa. Namun, variabilitas dalam hasil DNA dan sampel yang terkadang tidak terdeteksi menunjukkan perlunya kontrol kualitas yang lebih ketat dan peningkatan supervisi selama prosedur laboratorium. Evaluasi di masa mendatang harus mencakup parameter tambahan seperti penilaian kemurnian DNA dan tindak lanjut longitudinal untuk menentukan dampak sesi praktik ini terhadap kecakapan laboratorium jangka panjang mahasiswa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih dan apresiasi kepada semua pihak yang berperan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Departemen Biokimia dan Gizi Fakultas Kedokteran UII atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

1. Travers A, Muskhelishvili G. DNA structure and function. *FEBS J.* 2015;282(12):2279–95.
2. Hariyadi S, Narulita E, Rais MA. Perbandingan Metode Lisis Jaringan Hewan dalam Proses Isolasi DNA Genom pada Organ Liver Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Biol Educ Conf.* 2018;15(1):689–92.
3. Wardana AC, Mushlih M. Comparison the Quality of Template DNA isolated by Column Method with and without Centrifugation. *Indones J Innov Stud.* 2021;15:1–9.
4. Suárez Casanova VM, Shumskaya M. Exploring DNA in biochemistry lab courses: DNA barcoding and phylogenetic analysis. *Biochem Mol Biol Educ.* 2021;49(5):789–99.

5. Fialova L, Romanovska D, Marova I. A Comparative Study of Some Procedures for Isolation of Fruit DNA of Sufficient Quality for PCR-Based Assays. *Molecules*. 2020 Jan;25(18):4317.
6. Mygind T, Østergaard L, Birkelund S, Lindholt JS, Christiansen G. Evaluation of five DNA extraction methods for purification of DNA from atherosclerotic tissue and estimation of prevalence of *Chlamydia pneumoniae* in tissue from a Danish population undergoing vascular repair. *BMC Microbiol*. 2003 Sept 2;3(1):19.
7. Horáková K, Mlejnková H, Mlejnek P. Evaluation of methods for isolation of DNA for polymerase chain reaction (PCR)-based identification of pathogenic bacteria from pure cultures and water samples. *Water Sci Technol J Int Assoc Water Pollut Res*. 2008;58(5):995–9.
8. Carberry C, McCombe G, Tobin H, Stokes D, Last J, Bury G, et al. Curriculum initiatives to enhance research skills acquisition by medical students: a scoping review. *BMC Med Educ*. 2021 June 2;21(1):312.
9. Puniari Eka Putri N putu, Junitha IK. Kualitas Dan Kuantitas Dna Darah Kering Pada Besi Dan Kayu Yang Disimpan Dalam Kurun Waktu Berbeda. *J Biol*. 2015;19(1):21–4.
10. Siswanto JE, Berlian T, Putricahya E, Panggalo L V, Yuniani L. Isolasi DNA pada Sampel Darah Tepi dan Swab Buccal pada Bayi Penderita ROP: Perbandingan Hasil Uji Konsentrasi dan Indeks Kemurnian. *Sari Pediatri*. 2017;18(4):270.
11. J Shetty P. The Evolution of DNA Extraction Methods. *Am J Biomed Sci Res*. 2020;8(1):39–45.
12. Favorgen. Brief procedure and General Protocol Blood Genomic DNA Extraction. 2018;000:8–9.
13. Dewanata PA, Mushlih M. Differences in DNA Purity Test Using UV-Vis Spectrophotometer and Nanodrop Spectrophotometer in Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *Indones J Innov Stud*. 2021;15:1–10.
14. Na B, Park J, Park S, Park E, Jang J, Kim YH, et al. Comparison evaluation of bacterial DNA extraction methods for improved molecular diagnostic accuracy of sepsis-causing pathogens in clinical whole blood samples. *Sci Rep*. 2025 Feb 4;15:4167.
15. Guan XL, Chang DPS, Mok ZX, Lee B. Assessing variations in manual pipetting: An under-investigated requirement of good laboratory practice. *J Mass Spectrom Adv Clin Lab*. 2023 Oct 8;30:25–9.
16. Ghozali I. Aplikasi Analisis Multivariete SPSS 23. 2016.
17. Djunet NA, Utami RF, Hendrawati A. Evaluation of Virtual Biochemistry Practicum on First Year Students at Faculty of Medicine Universitas Islam Indonesia. *Proc Int Conf Med Educ ICME 2021*. 2021;567(Icme):277–81.

-
18. Pérez Zúñiga R, Martínez García M, Campos-Valdez M, Sánchez-Orozco LV. Pedagogical and evaluative competencies for the 21st century in molecular biology education and their relationship with honors programs: a systematic literature review. *Front Educ* [Internet]. 2025 Aug 4 [cited 2025 Sept 26];10. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2025.1616858/full>
 19. Pearse C, Scott S. A Review of Clinical Laboratory Education, Training and Progression: Historical Challenges, the Impact of COVID-19 and Future Considerations. *Br J Biomed Sci*. 2023 Apr 12;80:11266.
 20. Bugaj TJ, Blohm M, Schmid C, Koehl N, Huhn D, Herzog W, et al. Peer-assisted learning (PAL): skills lab tutors' experiences and motivation. *BMC Med Educ*. 2019 Sept 14;19(1):353.
 21. Green MR, Sambrook J. Polymerase Chain Reaction. *Cold Spring Harb Protoc*. 2019 June 1;2019(6):pdb.top095109.