VISIOEDUSAINS
Jurnal Ilmu Pendidikan dan Sains
https://visioedusains.tajuk.or.id/index.php/visioedusains
Vol. 2 No. 2 (2026): 58 – 63 | E-ISSN: 3090-7977

Isolasi DNA Sederhana Berbasis *Kitchen Preparation* sebagai Alternatif Pelaksanaan Praktikum Biologi pada Kondisi Keterbatasan Sarana

(*Simple DNA Isolation Practicum Based on Kitchen Preparation as an Alternative for Conducting Biology Practical Work under Limited Facilities*)

Mohammad Roy Thoriqul Haq[1*]

[1]Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

*email : roythoriqh@students.unnes.ac.id

Diterima: 31 Maret 2026, Diperbaiki: 12 September 2026, Disetujui: 30 September 2026

Abstract

This study aims to describe the implementation of a simple DNA isolation practicum based on kitchen preparation as an alternative for biology laboratory activities under limited facilities. A qualitative descriptive approach was employed, focusing on practicum procedures and the visual characteristics of isolated DNA. The practicum utilized simple laboratory equipment with biological samples including strawberry, broccoli, and chicken liver. The isolation process involved a basic lysis buffer and cold 96% alcohol as a DNA precipitation agent, along with various natural materials and commercial enzymes as substitutes for Proteinase K. Data analysis was conducted descriptively based on visual observations of DNA appearance, relative thickness, and precipitation patterns at the alcohol interface. The results indicate that DNA can be visually observed using the kitchen preparation approach, with variations in visual characteristics among sample types and protease sources. Pineapple extract tended to produce clearer and more aggregated DNA precipitates compared to other natural materials. Overall, this simple DNA isolation practicum demonstrates strong potential as an accessible, low-cost alternative to support genetics learning and the development of science process skills in biology laboratories with limited facilities.

Keywords: *biology practicum, DNA isolation, genetics, kitchen preparation, limited facilities*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan pelaksanaan praktikum isolasi DNA sederhana berbasis *kitchen preparation* sebagai alternatif kegiatan laboratorium biologi pada kondisi keterbatasan sarana. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan fokus pada prosedur praktikum dan karakteristik visual DNA hasil isolasi. Penelitian memanfaatkan peralatan laboratorium sederhana dengan sampel biologis berupa stroberi, brokoli, dan hati ayam. Proses isolasi menggunakan larutan penyangga lisis sederhana dan alkohol 96% dingin sebagai agen pengendap DNA, serta berbagai bahan alami dan enzim komersial sebagai pengganti Proteinase K. Analisis data dilakukan secara deskriptif berdasarkan pengamatan visual terhadap penampakan DNA, ketebalan relatif, dan pola pengendapan pada batas antarlapisan alkohol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DNA dapat diamati secara visual melalui pendekatan *kitchen preparation*, dengan variasi karakteristik visual antarjenis sampel dan sumber protease. Ekstrak nanas cenderung menghasilkan endapan DNA yang lebih jernih dan lebih menggumpal dibandingkan bahan alami lainnya. Secara keseluruhan, isolasi DNA sederhana ini menunjukkan potensi yang besar sebagai alternatif yang mudah diakses dan berbiaya rendah untuk mendukung pembelajaran genetika serta pengembangan keterampilan proses sains di laboratorium biologi dengan sarana terbatas.

Kata kunci: genetika, isolasi DNA, *kitchen preparation*, keterbatasan sarana, praktikum biologi

PENDAHULUAN

DNA merupakan materi genetik yang memiliki peran fundamental dalam pewarisan sifat, ekspresi gen, serta pengaturan berbagai proses kehidupan (Hidayah, 2025). Pemahaman mengenai DNA menjadi salah satu landasan penting dalam pembelajaran biologi, khususnya pada kajian genetika dan biologi molekuler. Konsep DNA sering kali bersifat abstrak karena tidak dapat diamati secara langsung dengan indera, sehingga berpotensi menimbulkan kesulitan konseptual apabila hanya disampaikan secara teoritis (Sukmawati et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu menjembatani konsep abstrak tersebut dengan pengalaman empiris agar pemahaman tentang DNA menjadi lebih bermakna.

Salah satu pendekatan yang dinilai efektif untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep abstrak dalam biologi adalah melalui kegiatan praktikum. Menurut Al-hafidz et al. (2024), melalui kegiatan praktikum siswa memperoleh kesempatan untuk mengamati fenomena biologis secara langsung sekaligus menerapkan prosedur ilmiah dalam konteks yang nyata. Dalam pembelajaran genetika, praktikum isolasi DNA

Vol. 2 No. 2, September 2026: 58-63
DOI: 10.71024/visioedusains.2026.v2i2.78

digunakan sebagai kegiatan pengenalan untuk memperlihatkan keberadaan materi genetik secara visual. Melalui pengamatan langsung hasil isolasi, konsep DNA yang bersifat abstrak dapat dipahami secara lebih konkret. Dengan demikian, praktikum tidak hanya melengkapi penyampaian materi teoretis, tetapi juga memperkenalkan tahapan dan proses kerja ilmiah dalam biologi molekuler.

Meskipun kegiatan praktikum memiliki peran penting dalam pembelajaran biologi, pelaksanaan praktikum isolasi DNA di laboratorium sekolah tidak selalu mudah dilakukan. Praktikum ini umumnya memerlukan peralatan khusus, bahan kimia tertentu, serta enzim spesifik seperti Proteinase K yang tidak selalu tersedia di sekolah atau laboratorium dengan fasilitas terbatas (Purwoko, 2018). Selain keterbatasan sarana, faktor anggaran, aspek keamanan penggunaan bahan kimia, serta kompleksitas prosedur juga sering menjadi kendala dalam penyelenggaraan praktikum isolasi DNA (Halim et al., 2025; Kurniawan, 2025). Akibatnya, praktikum genetika, khususnya isolasi DNA, masih jarang dilaksanakan secara optimal di banyak laboratorium sekolah.

Sebagai respons terhadap keterbatasan tersebut, berbagai pendekatan isolasi DNA sederhana berbasis bahan sehari-hari atau *kitchen preparation* telah dikembangkan dalam konteks pendidikan dan laboratorium dasar. Pendekatan ini memanfaatkan peralatan sederhana serta bahan yang mudah diperoleh, sehingga lebih memungkinkan untuk diterapkan pada laboratorium dengan keterbatasan sarana. Beberapa penelitian melaporkan penggunaan bahan alami yang mengandung enzim protease sebagai alternatif pengganti enzim Proteinase K, seperti penelitian Purwoko (2018) yang memanfaatkan ekstrak jahe dalam isolasi DNA manusia serta penelitian Qomariah (2023) yang menggunakan pelarut sederhana seperti isopropanol dan etanol absolut untuk ekstraksi DNA buah-buahan. Meskipun demikian, kajian yang secara khusus mendeskripsikan pelaksanaan praktikum isolasi DNA sederhana dengan variasi bahan pengganti enzim, serta meninjau potensi penerapannya sebagai kegiatan praktikum biologi di laboratorium pada kondisi keterbatasan sarana, masih relatif terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyajikan pelaksanaan praktikum isolasi DNA sederhana berbasis *kitchen* preparation serta mengamati hasil isolasi DNA menggunakan berbagai bahan alami dan komersial sebagai pengganti enzim Proteinase K. Praktikum dilakukan pada beberapa sumber biologis untuk memperoleh gambaran visual DNA hasil isolasi secara kualitatif. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal mengenai potensi praktikum isolasi DNA sederhana sebagai alternatif kegiatan praktikum biologi pada kondisi keterbatasan sarana laboratorium.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan kajian deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang berfokus pada pelaksanaan isolasi DNA sederhana berbasis *kitchen preparation*. Kajian ini bertujuan untuk menggambarkan tahapan praktikum serta karakteristik hasil isolasi DNA berdasarkan pengamatan visual, tanpa melibatkan pengukuran kuantitatif maupun pengujian efektivitas pembelajaran. Observasi dilakukan terhadap wujud dan profil DNA hasil isolasi, meliputi keberadaan, ketebalan relatif, serta pola presipitasi benang DNA pada larutan etanol.

Penelitian isolasi DNA dilakukan menggunakan peralatan sederhana yang umum tersedia di laboratorium dasar, meliputi lumpang dan alu, cawan porselen, tabung reaksi, spatula, pipet tetes, saringan plastik, gelas ukur, serta pisau. Sampel biologis yang digunakan terdiri atas stroberi (*Fragaria × ananassa*), brokoli (*Brassica oleracea var. italica*), dan hati ayam (*Gallus gallus domesticus*) sebagai sumber DNA. Bahan pendukung meliputi larutan penyangga lisis sederhana yang disusun dari air suling, garam, dan deterjen, serta alkohol 96% dingin sebagai agen presipitasi DNA (Safitri & Roosdiana, 2021). Sebagai alternatif pengganti enzim Proteinase K, digunakan berbagai sumber enzim protease, baik dari bahan alami berupa ekstrak nanas (*Ananas comosus*), daun pepaya (*Carica papaya*), jahe (*Zingiber officinale*), dan daun karet kebo (*Ficus elastica*), maupun enzim komersial bromelain dan papain dengan konsentrasi 5%.

Proses isolasi DNA diawali dengan persiapan sampel biologis berupa stroberi, brokoli, dan hati ayam dengan massa yang relatif seragam. Sampel dihancurkan secara mekanis, kemudian ditambahkan larutan penyangga lisis untuk membantu perusakan membran sel dan pelepasan komponen intraseluler. Campuran yang dihasilkan selanjutnya disaring untuk memperoleh filtrat yang mengandung materi genetik terlarut. Filtrat kemudian diberi perlakuan penambahan berbagai sumber enzim protease, baik dari ekstrak bahan alami maupun enzim komersial, sebelum

Vol. 2 No. 2, September 2026: 58-63
DOI: 10.71024/visioedusains.2026.v2i2.78

ditambahkan alkohol 96% dingin secara perlahan untuk memicu presipitasi DNA.

Hasil isolasi diamati secara visual melalui kemunculan benang-benang DNA pada lapisan alkohol yang tampak berwarna putih keruh hingga transparan. Pengamatan dilakukan secara kualitatif dengan memperhatikan jumlah relatif, ketebalan, dan posisi DNA yang terpresipitasi, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan efektivitas bahan pengganti enzim serta meninjau potensi penerapan praktikum ini pada laboratorium sekolah dengan keterbatasan sarana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan isolasi DNA secara kualitatif menunjukkan variasi karakter DNA yang dihasilkan pada masing-masing sampel dan sumber enzim protease, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengamatan kualitatif isolasi DNA pada berbagai sampel dan sumber enzim protease

Sumber enzim protease	Stroberi	Brokoli	Hati ayam
Ekstrak nanas	+++	+++	+++
Ekstrak daun pepaya	++	++	+++
Ekstrak jahe	++	+++	+++
Ekstrak daun *Ficus elastica*	++	+	+++
Ekstrak bromelain komersial 5%	++	+	++
Ekstrak papain komersial 5%	+++	++	++

Keterangan:
+++ : presipitasi DNA jelas dan relatif banyak
++ : presipitasi DNA sedang
+ : presipitasi DNA tipis

Hasil Visual Isolasi DNA

Isolasi DNA menghasilkan presipitat berupa benang-benang berwarna putih keruh hingga transparan yang tampak pada lapisan alkohol. Kemunculan struktur tersebut menunjukkan bahwa DNA berhasil diendapkan dan dapat diamati secara visual tanpa bantuan instrumen analitik (Qomariah, 2023). Visualisasi DNA ini menjadi indikator utama keberhasilan isolasi pada pendekatan praktikum sederhana berbasis *kitchen preparation*.

Karakteristik visual DNA yang terbentuk menunjukkan variasi pada ketebalan dan jumlah relatif presipitat (Barqly et al., 2021). Pada beberapa perlakuan, DNA tampak membentuk benang yang lebih jelas dan mudah teridentifikasi, sedangkan pada perlakuan lain presipitat terlihat lebih tipis atau menyebar di permukaan larutan. Perbedaan visual tersebut menegaskan adanya variasi hasil isolasi DNA antarperlakuan.

Selain variasi ketebalan, presipitat DNA juga menunjukkan perbedaan pola visual berupa gumpalan kompak maupun benang-benang halus yang tersebar. Perbedaan tampilan ini memengaruhi kemudahan identifikasi DNA secara visual, terutama pada praktikum berbasis peralatan sederhana, di mana keberhasilan isolasi dinilai dari kejelasan presipitat yang terbentuk. Secara umum, DNA yang teramati terakumulasi pada batas antarmuka antara filtrat dan alkohol, sesuai dengan karakter presipitasi DNA yang tidak larut dalam alkohol (Tirtasari et al., 2026).

Bahan Pengganti Proteinase K

Penggunaan bahan alami sebagai pengganti enzim Proteinase K menunjukkan hasil yang bervariasi berdasarkan karakteristik visual DNA yang terbentuk. Variasi tersebut diduga berkaitan dengan aktivitas enzim protease dalam bahan yang digunakan. Menurut Molan & Žgur Bertok (2022), enzim protease berperan dalam proses pemecahan protein pengikat DNA selama tahap isolasi.

Bahan alami seperti ekstrak nanas, daun pepaya, jahe, dan daun *Ficus elastica* diketahui mengandung enzim protease yang mampu membantu degradasi protein seluler (Nilna et al., 2021; Warninghiyun & Indrayati, 2023; Meliana et al., 2024; Suhaenah & Widiastuti, 2025). Aktivitas enzim protease berkontribusi pada pelepasan DNA dari kompleks protein, sehingga menyebabkan DNA terpresipitasi ketika ditambahkan alkohol (Purwoko, 2018). Hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa beberapa ekstrak alami menghasilkan presipitat DNA yang mudah dikenali, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif enzim Proteinase K dalam praktikum isolasi DNA sederhana.

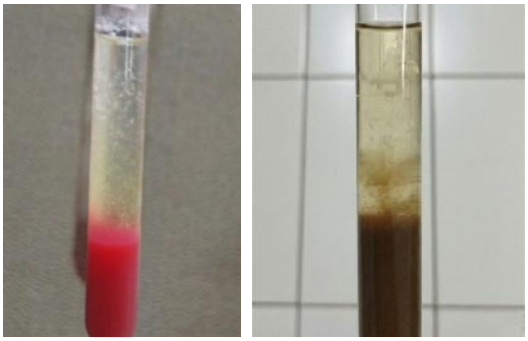
Selain bahan alami, penggunaan enzim komersial seperti bromelain dan papain juga menghasilkan presipitat DNA dengan karakteristik visual tertentu yang dapat diamati dengan mudah. Hal ini menunjukkan bahwa baik bahan alami maupun enzim komersial memiliki potensi sebagai

Vol. 2 No. 2, September 2026: 58-63
DOI: 10.71024/visioedusains.2026.v2i2.78

pengganti Proteinase K, khususnya dalam konteks praktikum berbasis *kitchen preparation*.

Variasi Hasil Isolasi DNA berdasarkan Sampel dan Sumber Protease

Hasil isolasi DNA menunjukkan adanya variasi karakteristik visual presipitat DNA yang berkaitan dengan jenis sampel biologis dan bahan pengganti Proteinase K yang digunakan. Perbedaan tersebut terlihat pada ketebalan, jumlah relatif, serta kejelasan benang DNA yang terbentuk pada lapisan alkohol. Pada beberapa perlakuan, presipitat DNA tampak lebih jelas dan menggumpal, sedangkan pada perlakuan lain DNA cenderung tampak kecil dan menyebar (Tabel 1). Perbandingan visual hasil isolasi DNA dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan visual presipitat DNA hasil isolasi sederhana berbasis *kitchen preparation*

Variasi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan isolasi DNA secara visual pada metode sederhana tidak hanya ditentukan oleh sampel, tetapi juga oleh sumber enzim protease yang digunakan (Qomariah, 2023). Pada sampel hati ayam, presipitat DNA umumnya tampak lebih jelas dan mudah teridentifikasi dibandingkan sampel tumbuhan. Struktur jaringan hewan yang tidak memiliki dinding sel diduga memungkinkan proses lisis berlangsung lebih efektif, sehingga pelepasan DNA menjadi lebih optimal (Asenjo & Andrews, 2020; Danaeifar, 2022). Sebaliknya, pada sampel tumbuhan seperti stroberi dan brokoli, presipitat DNA cenderung tampak lebih halus atau menyebar, meskipun tetap dapat diamati secara visual.

Ditinjau dari bahan pengganti Proteinase K, ekstrak nanas menunjukkan kecenderungan menghasilkan presipitat DNA yang lebih jelas dan menggumpal dibandingkan bahan alami lainnya. Penelitian Mekkawy et al. (2020) melaporkan bahwa enzim bromelain dalam nanas berperan dalam pemutusan ikatan protein yang berasosiasi dengan DNA, sehingga mendukung proses presipitasi DNA. Sebaliknya, bromelain dan papain komersial umumnya menghasilkan presipitat DNA yang lebih halus, kecuali papain komersial pada sampel stroberi (Tabel 1). Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan perbedaan aktivitas enzim dibandingkan ekstrak segar.

Bahan alami seperti daun pepaya, jahe, dan daun *Ficus elastica* juga menunjukkan kemampuan proteolitik (Purwoko, 2018; Warninghiyun & Indrayati, 2023; Suhaenah & Widiastuti, 2025), meskipun menghasilkan tampilan visual DNA yang bervariasi. Secara umum, variasi hasil tersebut menunjukkan bahwa jenis bahan protease berkontribusi terhadap keberhasilan visualisasi DNA pada metode isolasi sederhana.

Potensi Penerapan Praktikum

Isolasi DNA sederhana berbasis *kitchen preparation* memiliki potensi besar untuk diterapkan di lingkungan sekolah karena bersifat murah, sederhana, dan tidak memerlukan bahan maupun peralatan laboratorium yang sulit diperoleh. Bahan-bahan utama seperti deterjen, garam, alkohol, serta sumber enzim protease alami umumnya mudah ditemukan dan relatif aman digunakan, sehingga pendekatan ini mampu menjawab permasalahan keterbatasan alat dan bahan praktikum biologi yang kerap dijumpai di sekolah (Kurniawan, 2025).

Selain kepraktisan, pendekatan ini berpotensi memberikan nilai pedagogis yang kuat melalui visualisasi langsung DNA sebagai materi genetik. Kemunculan presipitat DNA yang dapat diamati secara kasat mata memungkinkan siswa membangun representasi konkret terhadap konsep yang selama ini bersifat abstrak (Sukmawati et al., 2023). Pengalaman visual ini berpotensi menurunkan miskonsepsi pada materi genetika serta meningkatkan pemahaman konseptual siswa, khususnya terkait keberadaan dan sifat fisik DNA.

Pelaksanaan isolasi DNA sederhana juga berkontribusi dalam pengembangan keterampilan proses sains, seperti mengamati, mengklasifikasi, merancang langkah kerja, serta menafsirkan hasil (Candra & Hidayati, 2020; Rosalinur, 2025). Melalui kegiatan ini, siswa tidak hanya menerima konsep secara pasif, tetapi terlibat langsung dalam proses ilmiah yang merefleksikan cara kerja biologi molekuler secara sederhana. Selain itu, aktivitas hands-*on* yang dominan menjadikan penelitian ini relevan bagi siswa dengan gaya belajar kinestetik, sehingga pembelajaran genetika menjadi lebih inklusif dan bermakna (Djudin, 2025).

Vol. 2 No. 2, September 2026: 58-63
DOI: 10.71024/visioedusains.2026.v2i2.78

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Isolasi DNA sederhana berbasis *kitchen* preparation mampu menghasilkan visualisasi DNA yang dapat diamati secara langsung melalui pembentukan presipitat pada lapisan alkohol. Variasi karakteristik visual DNA menunjukkan bahwa jenis sampel biologis dan sumber enzim protease berpengaruh terhadap keberhasilan presipitasi dan kejelasan DNA yang terbentuk. Bahan alami tertentu, seperti ekstrak nanas, menunjukkan potensi yang baik sebagai pengganti enzim Proteinase K dalam konteks praktikum sederhana.

Pendekatan ini menawarkan alternatif praktikum genetika yang lebih mudah diakses, ekonomis, dan relevan untuk diterapkan pada laboratorium dengan keterbatasan sarana. Selain memungkinkan visualisasi nyata DNA, penelitian ini juga berpotensi mendukung penguatan pemahaman konsep genetika serta pengembangan keterampilan proses sains siswa. Dengan demikian, isolasi DNA berbasis *kitchen preparation* berpotensi menjadi kegiatan laboratorium yang aplikatif dan bermakna dalam pembelajaran biologi di sekolah.

Saran

Kajian lanjutan dapat diarahkan pada penguatan hasil visual melalui pendekatan kuantitatif sederhana untuk memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai kualitas DNA hasil isolasi. Dalam konteks pembelajaran, penelitian isolasi DNA berbasis kitchen *preparation* berpotensi diperluas penerapannya sebagai wahana penguatan keterampilan proses sains dan pengalaman *hands-on* siswa, sehingga pengemasan kegiatan penelitian secara lebih sistematis dan kontekstual menjadi penting untuk mendukung implementasinya di laboratorium sekolah dengan keterbatasan sarana.

DAFTAR PUSTAKA

Al-hafidz, N. N. K., Fia, A., Zhafarah, A., & Suryanda, A. 2024. Pembelajaran biologi berbasis praktikum dan kemampuan berpikir kritis siswa: Sebuah kajian korelasi: Praktikum dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(1): 65–70. https://doi.org/10.54259/diajar.v3i1.2250

Asenjo, J. A., & Andrews, B. A. 2020. Enzymatic cell lysis for product release. *Separation Processes in Biotechnology*, 2(1): 143–176.

Barqly, H. H. A. K., Risandiansyah, R., & Aini, N. 2021. Perbandingan Kuantitas dan Kualitas Isolat DNA *Aspergillus niger* Menggunakan Filter Based Kit, Alkaline Lysis dan Heat Treatment. *Jurnal Bio Komplementer Medicine*, *8*(2): 326-338. https://jim.unisma.ac.id/index.php/jbm/article/view/14000

Candra, R., & Hidayati, D. 2020. Penerapan praktikum dalam meningkatkan keterampilan proses dan kerja peserta didik di laboratorium IPA. *Edugama*: *Jurnal Kependidikan Dan Sosial Keagamaan*, 6(1): 26-37. https://doi.org/10.32923/edugama.v6i1.1289

Danaeifar, M. 2022. New horizons in developing cell lysis methods: A review. *Biotechnology and Bioengineering*, *119*(11): 3007–3021. https://doi.org/10.1002/bit.28198

Djudin, T. 2025. *Mengajar dan Belajar Sains di Sekolah Menengah*. Jakarta Pusat: Gramedia Widiasarana Indonesia.

Halim, H., Azzahra, N., Azzahrianto, O. P., & Zahra, R. 2025. Peran kualitas dan ketersediaan alat dalam praktikum biologi dan implikasinya terhadap pembelajaran di sekolah menengah atas. *Papanda Journal of Mathematics and Science Research*, *4*(2): 130–135. https://doi.org/10.56916/pjmsr.v4i2.1059

Hidayah, N. 2025. Regulasi Transkripsi dan Pasca Transkripsi pada Ekspresi Gen. *TRIMURTI: Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Islam*, 1(1): 33–43. https://syifa.journal.unida.gontor.ac.id/index.php/syifa/article/view/8

Kurniawan, R. 2025. Analisis Kendala dan Strategi Guru dalam Praktikum Biologi. *Jurnal Ilmiah IPA Dan Matematika (JIIM)*, *3*(1): 19–24. https://doi.org/10.61116/jiim.v3i1.623

Mekkawy, M. H., Fahmy, H. A., Nada, A. S., & Ali, O. S. 2020. Study of the radiosensitizing and radioprotective efficacy of bromelain (a pineapple extract): in vitro and in vivo. *Integrative Cancer Therapies*, 19: 1534735420950468. https://doi.org/10.1177/1534735420950468

Meliana, M., Kartika, A. I., & Fitria, M. S. 2024. Profil Protein Ikan Kakap Merah (*Lutjanus bitaeniatus*) yang Direndam Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus*) sebagai Pengawet Alami Berbasis SDS-PAGE. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, *7*. https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/semnas/article/view/1737

Molan, K., & Žgur Bertok, D. 2022. Small prokaryotic DNA-binding proteins protect genome integrity throughout the life cycle. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(7): 4008. https://doi.org/10.3390/ijms23074008

Nilna, F. N. M., Azizah, W., & Sabrina, M. 2021. Pengaruh variasi suhu dan waktu pengeringan pada pembuatan enzim papain dari ekstrak daun pepaya. *Jurnal ATMOSPHERE*, *2*(2): 15–21. https://doi.org/10.36040/atmosphere.v2i2.4287

Purwoko, M. 2018. Purifikasi DNA Manusia dengan Teknik *Kitchen Preparation* Menggunakan Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale Rosc*). *Syifa'MEDIKA: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, *10*(1): 39. https://doi.org/10.32502/sm.v10i1

Qomariah, U. K. N. 2023. Optimization of Fruit DNA Extraction by Kitchen Kit Method with Isopropanol and Absolute Ethanol. *AGARICUS: Advances Agriculture Science & Farming*, *3*(1): 6–10. https://doi.org/10.32764/agaricus.v3i1.3879

Rosalinur, D. R. 2025. Pengembangan LKPD Guided Discovery Berbantu Media Phet Simulasi Materi Ekspresi Gen untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Peserta Didik Kelas XII. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, *14*(2): 475–482. https://doi.org/10.26740/bioedu.v14n2.p475-482

Safitri, A., & Roosdiana, A. (2021). *Biokimia Bahan Alam: Analisis dan Fungsi*. Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing).

Suhaenah, A., & Widiastuti, H. 2025. *Daun Karet Kebo (Ficus Elastica) Sebagai Alternatif Terapi Antiinflamasi*. Makassar: Nas Media Pustaka.

Sukmawati, S., Hartati, H., & Muis, A. 2023. Identifikasi Miskonsepsi Siswa Sekolah Menengah Atas pada Konsep Substansi Genetik Menggunakan Metode CRI (Certainty of Response Index). *Prosiding Seminar Nasional Biologi: Inovasi Sains & Pembelajarannya*, *11*(1): 455-462. https://journal.unm.ac.id/index.php/semnasbio/article/view/864

Tirtasari, N. L., Eralita, N., & Siswanti, S. (2026). Pengembangan Kit Isolasi DNA Low-Cost dan Ramah Lingkungan untuk Berbagai Sampel. *Spizaetus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 7(1), 84-93. https://doi.org/10.55241/spibio.v7i1.694

Warninghiyun, H., & Indrayati, A. 2023. Potensi Ekstrak Enzim Daun Pepaya (Carica papaya L.) Sebagai Agen Fibrinolitik Dengan Metode Clot Lysis in Vitro. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, *5*(2): 238-297.