



Submitted Date: June 24, 2024

Accepted Date: July 30, 2024

Editor-Reviewer Article: Eny Pupani & I Made Mudita

ISOLASI *Deoxyribonucleic acid* (DNA) DENGAN METODE KIT KOMERSIAL DAN KONVENSIONAL

Difa, F.A., N.P. Sarini, dan I.G.A.A. Putra

PS Sarjana Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar Bali
E-mail: fadhil.arya.difa@student.unud.ac.id, Telp. +62 822-2028-3090

ABSTRAK

Sektor peternakan, sebagai penyedia protein hewani di negara berkembang seperti Indonesia, menghadapi tantangan dalam meningkatkan produktivitas melalui pemuliaan. Kemajuan dalam teknologi biologi molekuler memungkinkan terjadinya percepatan pemuliaan dengan *marker assisted selection* (MAS). Salah satu tahapan penting dalam teknologi untuk menentukan marker tersebut yaitu Isolasi DNA. Tujuan penelitian ini membandingkan metode isolasi DNA pada sapi Taro menggunakan kit komersial A, kit komersial B, dan chelex. Parameter pengamatan berupa konsentrasi dan kemurnian DNA diukur dengan alat spektrofotometer nanodrop. Penelitian menunjukkan hasil dari nilai konsentrasi DNA tertinggi diperoleh metode chelex sebesar 255,62 ng/ μ L, diikuti oleh kit komersial B sebesar 6,19 ng/ μ L, dan kit komersial A sebesar 3,27 ng/ μ L. Dari segi kemurnian DNA, jumlah DNA murni terbanyak dihasilkan oleh kit komersial A dengan tiga sampel, diikuti oleh kit komersial B dengan dua sampel, sementara metode chelex tidak menghasilkan sampel DNA murni. Lama waktu isolasi DNA terbaik dicapai oleh kit komersial B, diikuti oleh kit komersial A, dan metode chelex. Dari segi efisiensi biaya, metode chelex menjadi yang paling ekonomis dibandingkan dengan kit komersial A dan kit komersial B.

Kata kunci: Sapi Taro, Isolasi DNA, Chelex, Darah, Kit komersial

ISOLATION OF *Deoxyribonucleic acid* (DNA) USING COMMERCIAL KITS AND CONVENTIONAL METHODS

ABSTRACT

The livestock sector, as a provider of animal protein in developing countries like Indonesia, faces challenges in enhancing productivity through breeding. Advances in molecular biology technology have enabled accelerated breeding using marker-assisted selection (MAS). One crucial step in this technology to determine markers is DNA isolation. This study aims to compare DNA isolation methods in Taro cattle using commercial kit A, commercial kit B, and Chelex. Observation parameters include DNA concentration and purity measured with a nanodrop spectrophotometer. The study shows that the highest DNA

concentration was obtained using the Chelex method at 255.62 ng/ μ L, followed by commercial kit B at 6.19 ng/ μ L, and commercial kit A at 3.27 ng/ μ L. In terms of DNA purity, the most pure DNA samples were produced by commercial kit A with three samples, followed by commercial kit B with two samples, while the Chelex method did not yield any pure DNA samples. The shortest DNA isolation time was achieved by commercial kit B, followed by commercial kit A, and the Chelex method. In terms of cost efficiency, the Chelex method is the most economical compared to commercial kit A and commercial kit B.

Keyword: *Taro Cattle, DNA Isolation, Chelex, blood, Commercial kit*

PENDAHULUAN

Sektor peternakan sebagai sumber protein hewani di negara yang berkembang sebagian besar mengalami tantangan penurunan populasi untuk mencukupi kebutuhan penduduknya termasuk Indonesia. Salah satu langkah yang pasti diambil untuk mengatasi tantangan tersebut dengan meningkatkan produktivitasnya melalui upaya pemuliaan. Saat ini, sektor ini telah mengalami perkembangan yang signifikan berkat kemajuan dalam teknologi biologi molekuler.

Pemuliaan secara umum dilakukan berdasarkan karakteristik eksternal atau fenotip hewan ternak, dimana karakter ini dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Jenis pemuliaan ini secara umum diketahui menghabiskan waktu yang relatif lama (Iqsan *et al.*, 2020; Sudrajad *et al.*, 2021). Perkembangan zaman mendorong pemuliaan kini yang mempercepat proses dengan hasil yang lebih akurat (Iqsan *et al.*, 2020; Triani, 2020). Pemuliaan kini memerlukan biaya yang lebih tinggi dengan banyak ditemukan informasi genotip berupa markah *Deoxyribonucleic Acid* (DNA). Informasi ini mendorong dilakukan seleksi secara genotipik menggunakan pendekatan marker assisted selection (MAS) (Arzai, 2005; Ciptadi *et al.*, 2019).

Deoxyribonucleic acid dari berbagai sumber (jaringan, darah dan lain lain) secara in vitro dapat dipisahkan dan dimurnikan menggunakan metode khusus yang menjadi tahapan pertama dari berbagai teknologi biologi molekuler. Pelaksanaan isolasi DNA diperlukan ketelitian untuk menghindari kegagalan yang dapat menyebabkan ketidakakuratannya atau ketidakmurnian DNA yang dihasilkan. Isolasi DNA merupakan tahapan penting sekaligus menjadi faktor utama kesuksesan dalam pelaksanaan metode molekuler (Dewi *et al.*, 2014; Dayanti *et al.*, 2019). Tahapan ini akan sangat mempengaruhi konsentrasi dan kemurnian

dari DNA yang dihasilkan (Setiaputri *et al.*, 2020). Seiring berkembangnya teknologi molekuler membuat metode isolasi mengalami perkembangan. Metode konvensional yang awalnya digunakan seperti *Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB), chelex dan kit komersial, saat ini sudah mengalami perkembangan dengan dibuatnya alat isolasi berupa kit yang memudahkan proses isolasi tersebut. Banyaknya metode isolasi DNA, sehingga perlu dilakukannya penelitian untuk menguji metode mana yang memberikan hasil dengan melihat konsentrasi dan kemurnian yang dihasilkan.

Saat ini metode isolasi DNA sering dilakukan dengan menggunakan kit komersial yang beredar di pasaran. Meskipun isolasi DNA menggunakan metode kit memberikan tingkat kemurnian yang sesuai, biaya yang dikeluarkan cenderung tinggi (Dayanti *et al.*, 2019). Selain metoda yang berbeda, DNA juga bisa diisolasi dari beberapa materi seperti isolat bakteri, jaringan, darah dan lain lain. Beberapa peneliti Mulyani *et al.* (2011) membandingkan salah satu teknik konvensional yang ada yaitu CTAB, thermal lysis, boiling, dan kit komersial. Penelitian terdahulu sample yang digunakan adalah isolat bakteri, tumbuhan dan virus. Penelitian yang dilakukan kali ini menggunakan metoda kit komersial dan konvensional maupun sample yang berbeda dan biasa digunakan untuk bidang peternakan.

MATERI DAN METODE

Penelitian uji metode isolasi DNA dilaksanakan mulai bulan september hingga november 2023 di Penangkarang sapi putih taro yang terletak di Desa Taro, kecamatan Tegallalang untuk pengambilan sampel darah, Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Udayana dan Laboratorium Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana untuk pelaksanaan isolasi DNA. Produk berupa ekstrak DNA diukur konsentrasi dan kemurnian menggunakan spektrofotometer nanodrop yang dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Warmadewa.

Penelitian ini termasuk dalam kategori semi-eksperimental. Desain penelitian ini dirancang dengan melakukan ekstraksi DNA sapi putih Taro menggunakan berbagai metode, yaitu metode kit komersial A, kit komersial B, dan chelex. Data yang diperoleh

meliputi konsentrasi DNA dan kemurnian DNA sapi putih Taro yang dihasilkan dari ekstraksi dengan metode-metode tersebut, diukur menggunakan Spektrofotometer nanodrop.

Data hasil penelitian berupa nilai konsentrasi dan kemurnian DNA dianalisis dan disajikan secara deskriptif untuk membandingkan metode-metode ekstraksi yang digunakan terhadap DNA sapi putih Taro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi DNA

Langkah awal dari isolasi DNA adalah menghancurkan atau melisiskan dinding sel dari materi atau sampel yang digunakan yang dimana kali ini merupakan sampel dari darah sapi putih taro. Penggunaan sampel yang berbeda diketahui membutuhkan reagen yang berbeda untuk melisiskan dinding sel. Adapun yang digunakan menghancurkan (melisis) dinding sel darah dari ketiga metoda adalah sebagai berikut, kit komersial A menggunakan reagen GB buffer, kit komersial B menggunakan reagen lisis buffer, dan chelex dengan reagen chelex konsentrasi 10%. Protokol yang digunakan dalam penelitian telah diadaptasi untuk sampel darah, bukan untuk sampel selain darah (jaringan). Meskipun demikian, terkhusus untuk metode chelex dapat diterapkan untuk sampel jaringan maupun darah.

Hasil isolasi berupa konsentrasi dan kemurnian DNA menggunakan kit komersial A tersajikan pada Tabel 1. Dapat dilihat bahwa konsentrasi DNA yang diperoleh berkisar antara 3,27 ng/ μ L dimana yang tertinggi ditunjukkan oleh sampel DNA no. 76 yaitu sebesar 8,2 ng/ μ L dengan nilai kemurnian 2,03, sedangkan yang terendah ditunjukkan oleh sampel DNA no. 58 yaitu sebesar 0,5 ng/ μ L dengan nilai kemurnian 0,85.

Tabel 1. Hasil isolasi metode kit komersial A

No	KodeDNA	Konsentrasi DNA	Kemurnian DNA
		(ng / μ L)	(λ A260 / 280)
1	58	0,5	0,85
2	59	3,2	2,26
3	60	3,4	2,34
4	61	1,0	1,77
5	62	1,3	6,93
6	63	2,1	2,14
7	73	2,6	2,78
8	76	8,2	2,03
9	78	7,6	1,73
10	79	2,8	2,15
Rataan		3,27	

Informasi hasil isolasi mengenai konsentrasi dan kemurnian DNA menggunakan kit komersial B telah dimasukkan ke dalam Tabel 2. Data menunjukkan bahwa konsentrasi DNA yang diperoleh berkisar antara 6,19 ng/ μ L. Sampel DNA nomor 76 menunjukkan konsentrasi tertinggi sebesar 27,9 ng/ μ L dengan nilai kemurnian 1,83, sedangkan sampel DNA nomor 58 menunjukkan konsentrasi terendah sebesar 0,6 ng/ μ L dengan nilai kemurnian 0,90.

Tabel 2. Hasil isolasi metode kit komersial B

No	Kode DNA	Konsentrasi DNA	Kemurnian DNA
		(ng / μ L)	(λ A260 / 280)
1	58	0,6	0,90
2	59	7,1	1,56
3	60	11,9	1,68
4	61	1,0	1,75
5	62	1,1	2,57
6	63	2,5	1,07
7	73	0,3	1,04
8	76	27,9	1,83
9	78	6,7	1,51
10	79	2,8	2,77
Rataan		6,19	

Informasi hasil isolasi berupa konsentrasi dan kemurnian DNA menggunakan metode chelex telah tersajikan pada Tabel 3. Data menunjukkan bahwa konsentrasi DNA yang berhasil diisolasi berkisar antara 255,6 ng/ μ L. Sampel DNA nomor 63 menunjukkan konsentrasi tertinggi sebesar 273,2 ng/ μ L dengan nilai kemurnian 1,30, sedangkan sampel DNA nomor 79 menunjukkan konsentrasi terendah sebesar 179,9 ng/ μ L dengan nilai kemurnian 0,95.

Tabel 3. Hasil isolasi metode chelex

No	Kode DNA	Konsentrasi DNA	Kemurnian DNA
		(ng / μ L)	(λ A260 / 280)
1	58	182,2	1,14
2	59	231,6	1,40
3	60	192,9	1,21
4	61	224,4	0,83
5	62	217,3	1,17
6	63	273,2	1,30
7	73	180,6	1,34
8	76	267,1	0,97
9	78	189,1	0,93
10	79	179,9	0,95
Rataan		255,62	

Hasil isolasi DNA pada penelitian ini berupa *dsDNA* (*double strand DNA*) sampel sapi putih Taro. Limit pendeteksi *dsDNA* yang dimiliki spektrofotometer nanodrop bersekitar 2,0-27,500 ng/ μ L dengan volume paling rendah yang diperlukan sekecil 1,0-2,0 μ L. Dalam penelitian ini, belum terdapat hasil isolasi DNA yang memenuhi standar kemurnian saat menggunakan teknik chelex hal ini sama dengan penelitian (Aziz *et al.*, 2023). Nilai rasio absorbansi yang tidak mencapai rasio kemurnian yaitu 1,7-2,0 tercatat dalam Tabel 3. Rasio absorbansi ini diperoleh melalui pengukuran pada panjang gelombang 260/280 nm, dimana DNA menyerap cahaya UV pada panjang gelombang 260 nm, sementara kontaminan seperti protein menyerap pada panjang gelombang 280 nm. Oleh karena itu, semakin tinggi nilai kontaminan, semakin rendah kemurnian DNA. Ratio absorbansi DNA yang melebihi 2,0 menunjukkan bahwa sampel yang diujikan terkontaminasi oleh *ribonucleic acid* (RNA) dan nilai ratio absorbansi kurang dari 1,7 menandakan masih

terkandungnya kontaminan berupa protein dan fenol pada sampel yang sedang diuji (Dewinta *et al.*, 2022). Protein adalah salah satu kontaminan dengan absorpsi yang kuat pada panjang gelombang 280 nm (Rapley dan Heptinstall, 1998). Jika dibandingkan metode isolasi kit komersial A dan B (Tabel 1 dan Tabel 2) memberikan nilai yang murni pada DNA hasil isolasi. Teknik kit komersial A dan B lebih mampu menghasilkan isolat DNA dengan kemurnian yang mendekati rasio 1,7 atau rentang 1,7-2,0.

Perbedaan waktu dan biaya

Lama waktu dan tingkat kemudahan dalam pengisolasi DNA tertera pada Tabel 5. Metode isolasi DNA menggunakan kit komersial B menunjukkan waktu tersingkat yaitu 37 menit yang melibatkan 34 langkah proses disusul oleh kit komersial A dengan lama waktu 39 menit dengan 34 langkah proses. Metode dengan waktu terlama adalah metode chelex dengan lama pengerjaan 77 menit melibatkan 11 langkah proses.

Biaya pembelian setiap metode isolasi DNA tertera dalam Tabel 4. Isolasi DNA menggunakan kit komersial A memerlukan biaya sebesar Rp 35.390,- persampel dengan minimal pembelian 100 sampel. Biaya isolasi DNA dengan kit komersial B memerlukan pengeluaran sebesar Rp 95.210,- persampel dengan minimal pembelian 50 sampel. Biaya isolasi DNA dengan metode chelex sebesar Rp 15.000,- persampel dengan minimal pembelian 10 sampel.

Analisis biaya penerapan suatu metode tersaji dalam Tabel 4. Harga per sampel dihitung berdasarkan harga minimal sampel yang dibagi dengan jumlah sampel yang dapat diolah, sehingga diperoleh harga per satu sampel. Dalam tabel tersebut menunjukkan bahwa metode chelex memiliki biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan kit komersial A dan B. Hal ini dapat disebabkan oleh jumlah reagen yang digunakan, dimana metode chelex hanya menggunakan satu jenis reagen, sementara kit komersial A memerlukan lima reagen dan kit komersial B memerlukan delapan reagen. Selain itu, metode chelex tidak melibatkan penggunaan spin column yang ada pada metode kit komersial. Karena itu, dari segi kemudahan, metode chelex hanya memerlukan sedikit langkah, diikuti oleh kit komersial A, dan terakhir kit komersial B sesuai pada Tabel 5. Namun, waktu penyelesaian sampel tidak dipengaruhi oleh jumlah langkah dari setiap metode karena waktu relatif tergantung pada metode yang digunakan.

Tabel 4. Harga minimum pembelian dan persampel

Metode	Harga	Minimum	Persampel
	Rupiah	pcs	Rupiah
Kit komersial A	3.539.000	100	35.390
Kit komersial B	4.760.490	50	95.210
Chelex	150.000	10	15.000

Perbandingan Efektivitas dan Efisiensi dari ketiga metode

Penelitian molekuler tahapan isolasi DNA merupakan tahapan yang sangat penting karena akan menentukan hasil dari langkah-langkah berikutnya antara lain PCR. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai pengukuran konsentrasi DNA, kemurnian DNA, waktu penyelesaian, tingkat kemudahan, dan biaya dari hasil mengisolasi DNA darah sapi taro dengan penerapan metode kit komersial A, kit komersial B dan chelex menunjukkan angka yang bervariasi dan berbeda antara setiap metode yang diuji. Diantara ketiga metode tersebut, tiap-tiap metode memiliki kekurangan dan kelebihan. Pemilihan metode isolasi biasanya mempertimbangkan berbagai aspek tersebut.

Perbandingan efektivitas dan efisiensi dari ketiga metoda disajikan pada Tabel 4. Dapat dilihat bahwa nilai pengukuran konsentrasi maupun kemurnian DNA sapi taro hasil isolasi dengan menggunakan metode kit komersial A, kit komersial B dan chelex menunjukkan hasil yang bervariasi.

Perolehan nilai konsentrasi DNA tertinggi terdapat pada sampel yang diisolasi menggunakan metode chelex, dengan capaian 255,62 $\mu\text{g/ml}$, namun secara keseluruhan, kemurnian DNA yang diisolasi oleh setiap metode menunjukkan hasil kurang baik. Hasil konsentrasi DNA yang diperoleh dari metode isolasi dengan kit komersial B adalah 6,19 $\mu\text{g/ml}$, sedangkan metode isolasi dengan kit komersial A memberikan nilai konsentrasi sebesar 3,27 $\mu\text{g/ml}$. Meskipun demikian, ada beberapa isolat DNA dari metode isolasi yang memberikan nilai yang murni. Dalam Tabel 5 terlihat bahwa metode yang paling sensitif dalam isolasi DNA dari sampel darah sapi taro adalah metode kit komersial A, dengan 3 dari 10 sampel menghasilkan DNA yang murni, diikuti oleh metode kit B dengan 2 dari 10 sampel murni, yang mencapai nilai kemurnian DNA dalam kisaran 1,7-2,0 (Piskata *et al.*, 2019). Namun, metode chelex tidak menunjukkan sensitivitas karena tidak menghasilkan

DNA yang murni dari 10 sampel, hal ini sama dengan penelitian Prasetyoningrum *et al.*, (2023).

Metode dengan efisiensi waktu dan cara pengerjaan tersingkat tertera pada Tabel 6. Metode isolasi DNA menggunakan kit B terlihat memiliki efisiensi waktu dan proses kerja yang tinggi, seperti yang tercatat dalam tabel 5 dengan durasi pengerjaan sekitar 37 menit, biaya yang paling tinggi, dan melibatkan 34 langkah proses. Metode isolasi DNA menggunakan kit A membutuhkan waktu sekitar 39 menit dengan proses yang lebih sederhana, hanya melibatkan 24 langkah, biaya yang mahal, sebesar Rp. 35.390 per sampel. Sementara itu, metode menggunakan chelex memerlukan waktu pengerjaan terpanjang, sekitar 77 menit, dengan biaya yang lebih rendah, yaitu Rp. 15.000 per sampel, dan hanya melibatkan 11 langkah proses.

Tabel 5. Deskripsi dari ketiga metode

		Kit A	Kit B	Chelex
Waktu	Menit	39	37	77
Biaya	Rupiah	35.390	95.210	15.000
Kemudahan	Langkah	24	34	11
Konsentrasi	ng/ μ L	3,27	6,19	255,62
Kemurnian	sampel	3	2	0

Tabel 6. Efektivitas dan efisiensi dari ketiga metode

	Kit A	Kit B	Chelex
Waktu	++	+++	+
Biaya	++	+	+++
Kemudahan	++	+	+++
Konsentrasi	+	++	+++
Kemurnian	+++	++	+

Keterangan:

- + : kurang efisien
- ++ : efisien
- +++ : sangat efisien

Rendahnya kemurnian DNA hasil ekstraksi dengan teknik chelex mungkin disebabkan oleh tidak digunakannya reagen seperti blood lysis buffer, yang berfungsi untuk melisiskan sel darah merah, dalam penerapan teknik tersebut., sehingga pengurangan

kandungan protein pada DNA kurang maksimal. Pelisisan sel darah merah sangat diperlukan karena sel ini tidak memiliki inti, sehingga tidak mengandung DNA (Atmaja, 2024). Proses pelisisan dan pencucian sangat berperan penting dalam menghasilkan DNA yang murni. Teknik chelex, proses pelisisan hanya dilakukan satu kali dengan reagen chelex konsentrasi 10% yang berfungsi mengikat ion logam polivalen seperti nuklease (Griffiths dan Chacon-Cortes, 2014), sedangkan proses pencucian tidak dilakukan sama sekali sehingga menjadi suatu kelemahan pada metode tersebut. Sementara itu, pada kit komersial A dan B, proses presipitasi dan pencucian melibatkan penambahan banyak reagen yang dapat menginduksi perubahan struktur molekul DNA, menyebabkan DNA terpresipitasi dari larutan beserta senyawa debris. Akibatnya, DNA yang dihasilkan oleh kit komersial tersebut menjadi lebih murni (Betty dan Sri, 2020).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi DNA darah sapi putih Taro tertinggi ada pada metode metode chelex (255,62 ng/ μ L), diikuti oleh kit B (6,19 ng/ μ L), dan kit komersial A (3,27 ng/ μ L). Kemurnian DNA terbaik juga didapatkan pada metode kit komersial A (3 sampel), diikuti oleh kit komersial B (2 sampel), dan metode chelex (0 sampel). Lama waktu dalam isolasi DNA darah sapi terbaik dicapai oleh kit komersial B dengan waktu 37 menit dan 34 langkah. Kit komersial A memerlukan waktu 39 menit dengan 24 langkah, sedangkan metode chelex membutuhkan waktu 77 menit dengan 11 langkah. Metode chelex merupakan metode paling efisien dari segi biaya, diikuti oleh kit komersial A dan kemudian kit komersial B.

Saran

Dalam penelitian molekuler, penting untuk memastikan keberhasilan dalam isolasi DNA yang merupakan langkah awal yang krusial, sehingga diperlukan tahapan lebih lanjut seperti sekuensing, PCR, dan elektroforesis sebagai bentuk verifikasi terhadap keberhasilan dalam pengujian metode isolasi DNA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar besarnya kepada Dekan dan Koordinator Program Studi Sarjana Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Udayana Dr. Ir. Dewi Ayu Warmadewi, S.Pt., M.Si., IPM., ASEAN Eng., dan Dr. Ir. Ni Luh Putu Sriyani, S.Pt., MP., IPU., ASEAN Eng., atas kesempatan dan fasilitas yang telah diberikan, sehingga penulis dapat mengikuti serta menyelesaikan pendidikan di Program Studi Sarjana Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- Arzai, M. 2005. Pemanfaatan Markah Molekuler dalam Proses Seleksi Pemuliaan Tanaman. *AgroBiogen*, 1(1), 25–37.
- Atmaja, D. S. 2024. Dokter ini Koleksi Tengkorak. Raditya Dika [YOUTUBE]. <https://www.youtube.com/watch?v=jouuaW9OZqo>
- Aziz, A. I., M. Pharmawati, dan N. L. Watiniasih. 2023. Identifikasi Ikan Tongkol dari Pasar Ikan Kedonganan, Kuta, Kabupaten Badung, Bali. *Simbiosis*, 11(2), 188. <https://doi.org/10.24843/jsimbiosis.2023.v11.i02.p06>
- Betty, N., dan D. Sri. 2020. *Biologi Sel dan Molekuler*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Ciptadi, G., Aulanni'am, A. Budiarto, dan Y. Oktanella. 2019. *Genetika dan Pemuliaan: Peternakan Veteriner*. (Vol. 1). Universitas Brawijaya Press.
- Dayanti, F. G., A. Djuminar, A. Dermawan, dan A. Tantan. 2019. Perbandingan Nilai Pengukuran Kuantitatif Hasil Ekstraksi DNA Salmonella typhi Menggunakan Metode Boiling, NaOH, Kit Komersial. *Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(1).
- Dewinta, A., I. K. Junitha, dan M. Pharmawati. 2022. Ekstraksi DNA dari Sikat Gigi Berdasarkan Lama Pemakaian dan Lama Penyimpanan Setelah Dipakai. *Simbiosis X*, 1, 14–27. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/simbiosis>
- Griffiths, L., dan D. Chacon-Cortes. 2014. Methods for extracting genomic DNA from whole blood samples: current perspectives. *Journal of Biorepository Science for Applied Medicine*, 1. <https://doi.org/10.2147/bsam.s46573>

- Iqsan, N., O. Pangesti, A. Fatiqin, dan P. Erika. 2020. Perbandingan Antara Kualitas DNA Daun Menggunakan Metode KIT (Promega) dan Metode Manual. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 3(1).
- Mujayana, dan R. Pasande. 2016. Isolasi DNA Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Membandingkan Metode Fenol Kloroform dengan Metode Wattier. *Bul. Tek. Lit. Akuakultur*, 11(1).
- Piskata, Z., E. Servusova, V. Babak, M. Nesvadbova, dan G. Borilova. 2019. The quality of DNA isolated from processed food and feed via different extraction procedures. *Molecules*, 24(6). <https://doi.org/10.3390/molecules24061188>
- Prasetyoningrum, P. A., I. K. Junitha, dan D. A. Yulihastuti. 2023. Kuantitas Dan Kualitas DNA Hasil Ekstraksi Dari Bercak Darah Pada Pisau Pasca Paparan Sinar Ultraviolet Dan Matahari. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 10(1), 176. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2023.v10.i01.p19>
- Rapley, R., dan J. Heptinstall. 1998. UV Spectrophotometric Analysis of Ribonucleic Acids. *Methods in Molecular Biology*, 86. <https://doi.org/https://doi.org/10.1385/0-89603-494-1:65>
- Setiaputri, A. A., G. R. Barokah, M. Alsere, B. Sahaba, R. D. Arbajayanti, N. Fabella, R. M. Pertiwi, M. Nurilmala, R. Nugraha, dan A. Abdullah. 2020. Perbandingan Metode Isolasi DNA pada Produk Perikanan Segar dan Olahan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 2020, 23(3).
- Sudrajad, P., S. D. Volkandari, M. Cahyadi, A. Prasetyo, K. Komalawati, S. Wibowo, dan S. Subiharta. 2021. Pemanfaatan informasi genom untuk eksplorasi struktur genetik dan asosiasinya dengan performan ternak di Indonesia. *Livestock and Animal Research*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.20961/lar.v19i1.47658>
- Triani, N. 2020. Isolasi DNA Tanaman Jeruk dengan Menggunakan Metode CTAB (Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide). *Unira Malang*, 3(2).