

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS LIMA METODE  
EKSTRAKSI DNA KONVENSIONAL TERHADAP  
KUANTITAS DAN KUALITAS DNA DARI TIGA VARIASI  
SAMPEL DAGING SAPI (*Bos taurus*)**

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Kimia**



**Sabilla Putri Awalliani**

**21106030049**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2025**



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2503/Un.02/DST/PP.00.9/12/2025

Tugas Akhir dengan judul : Perbandingan Efektivitas Lima Metode Ekstraksi DNA Konvensional terhadap Kuantitas dan Kualitas DNA dari Tiga Variasi Sampel Daging Sapi (Bos taurus)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SABILLA PUTRI AWALLIANI  
Nomor Induk Mahasiswa : 21106030049  
Telah diujikan pada : Selasa, 16 Desember 2025  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M. Biotech  
SIGNED

Valid ID: 694413be8c3fc



Penguji I

Slamet Diah Volkandari  
SIGNED

Valid ID: 6944b5b1ef154



Penguji II

Anti Damayanti, H.S.Si., M.Mol.Bio.  
SIGNED

Valid ID: 69437fb66b48e



Yogyakarta, 16 Desember 2025  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6944b6dc75b04



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir  
Lamp :

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Sabilla Putri Awalliani  
NIM : 21106030049  
Judul Skripsi : Perbandingan Efektivitas Lima Metode Ekstraksi DNA Konvensional terhadap Kuantitas dan Kualitas DNA dari Tiga Variasi Sampel Daging Sapi (*Bos taurus*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunagasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 08 Desember 2025  
Pembimbing

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si  
NIP. 19760830 200312 2 001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir  
Lamp :

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Sabilla Putri Awalliani  
NIM : 21106030049  
Judul Skripsi : Perbandingan Efektivitas Lima Metode Ekstraksi DNA Konvensional terhadap Kuantitas dan Kualitas DNA dari Tiga Variasi Sampel Daging Sapi (*Bos taurus*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 9 Desember 2025  
Pembimbing

Slamet Diah Volkandari, S.Pt., M.Sc  
NIP. 19870201 201502 2 001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Sabilla Putri Awalliani  
NIM : 21106030049  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Perbandingan Efektivitas Lima Metode Ekstraksi DNA Konvensional terhadap Kuantitas dan Kualitas DNA dari Tiga Variasi Sampel Daging Sapi (*Bos taurus*)” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 12 September 2025



Sabilla Putri Awalliani  
NIM 21106030049

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

**MOTTO**

“Jangan hanya fokus pada hasil akhir, tapi nikmati juga prosesnya.”

*“It won’t always be easy, but that’s life. Be strong because better days  
are ahead.”*

*“Be in the sky, but still have your feet on the ground.”*



## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrahim wa Alhamdulillah...*

Skripsi ini penyusun persembahkan dan dedikasikan untuk kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan do'a, kasih sayang, dan dukungan tanpa batas. Penyusun juga persembahkan skripsi ini untuk almamater Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga sebagai ungkapan terima kasih atas ilmu, bimbingan, dan fasilitas yang telah mendukung proses belajar saya hingga saat ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membantu dan lingkungan sekitar.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

Segala puji ke hadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang karean rahmat dan nikmat yang telah diberikan, penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Efektivitas Lima Metode Ekstraksi DNA Konvensional terhadap Kuantitas dan Kualitas DNA dari Tiga Variasi Sampel Daging Sapi (*Bos taurus*)”. Skripsi ini merupakan salah satu media untuk mengimplementasikan pengetahuan yang dimiliki selama perkuliahan dan juga menjadi salah satu ketentuan untuk menyelesaikan strata satu (S1) di Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu bentuk pertanggungjawaban dari penelitian yang telah dilaksanakan. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Prof. Dr. Maya Rahmayanti, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan motivasi dan arahan selama studi hingga menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Kharistya Rozana, S.Si. selaku Kepala Pusat Riset BRIN Gunungkidul yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melakukan penelitian di lembaga ini.
5. Bapak Karmanto S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasihat selama saya menjalani studi.
6. Ibu Dr. rer. Medic Esti Wahyu Widowati, M.Si dan Ibu Slamet Diah Volkandari, s.Pt., M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah mengajarkan ilmu-ilmu yang senantiasa bermanfaat untuk penyusun.

8. Bapak/Ibu periset dan pengelola laboratorium BRIN Gunungkidul, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan, dan fasilitas yang sangat baik selama proses penelitian. Terima kasih atas kesabaran, keahlian, waktu dan bantuan yang dicurahkan untuk membantu penyusun dalam menyelesaikan penelitian.
9. Orangtua penyusun Bapak Jojo Suparjo dan Ibu Yeni Haryani yang menjadi sumber kekuatan dan inspirasi terbesar dalam hidup penyusun. Terima kasih atas do'a yang tak pernah putus, dukungan yang tak pernah lelah, dan kasih sayang yang tak terhitung.
10. Adik-adik penyusun, Ridho, Rafka, dan Nafisha yang tanpa sadar selalu memberikan penyusun perhatian dan semangat melalui pertanyaan-pertanyaan sederhana. Kehadiran dan perhatian adik-adik menjadi sumber kekuatan yang membuat penyusun terus maju.
11. Keluarga besar, terutama Teh Putri dan A imam yang telah menemani dan mendukung penyusun sejak awal perkuliahan, perhatian dan kasih sayang yang diberikan keluarga menjadi motivasi besar bagi penyusun untuk terus maju dan menyelesaikan studi ini.
12. Teman-teman di laboratorium, Mia, Zahro, Renita, Roidah, dan Salfa yang sudah menemani penyusun selama proses penelitian, juga bersedia melakukan diskusi, ke bersamaan yang tercipta di laboratorium membuat penelitian ini menjadi lebih bermakna dan menyenangkan.
13. Teman-teman kos Griya Kemuning, Rania, Mei, dan Triani yang selalu memberikan semangat dan menyakinkan penyusun untuk terus maju dan menyelesaikan penelitian ini.
14. Teman masa kecil, Rizka dan Syifa A yang selalu menjadi pendengar yang baik serta memberikan solusi dan ketenangan, terima kasih sudah menjadi teman yang selalu ada dan siap untuk menemani dan menyakinkan penyusun dalam setiap proses yang dilalui.
15. Jesi, Vadya, dan teman-teman Scandium yang sudah menemani masa perkuliahan penyusun serta selalu memberikan dukungan untuk satu sama lain.
16. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan adanya ulasan dan rekomendasi demi penyempurnaan skripsi ini. Skripsi ini dibuat agar dapat menambah pengetahuan terutama mengenai ekstraksi DNA.

Akhir kata, penyusun berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Yogyakarta, 12 September 2025

Penyusun



## DAFTAR ISI

|                                                                                                                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....                                                                                          | ii    |
| SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....                                                                           | iii   |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....                                                                               | v     |
| MOTTO .....                                                                                                           | vi    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                                                                                             | vii   |
| DAFTAR ISI .....                                                                                                      | xi    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                                                   | xiii  |
| DAFTAR TABEL .....                                                                                                    | xiv   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                                                                 | xvi   |
| DAFTAR SINGKATAN .....                                                                                                | xvii  |
| ABSTRAK .....                                                                                                         | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                                                                               | 1     |
| A. Latar Belakang .....                                                                                               | 1     |
| B. Batasan Masalah .....                                                                                              | 3     |
| C. Rumusan Masalah .....                                                                                              | 4     |
| D. Tujuan Penelitian .....                                                                                            | 4     |
| E. Manfaat Penelitian .....                                                                                           | 4     |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....                                                                      | 5     |
| A. Tinjauan Pustaka .....                                                                                             | 5     |
| B. Landasan teori .....                                                                                               | 8     |
| C. Hipotesis Penelitian .....                                                                                         | 21    |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                                                                                       | 25    |
| A. Waktu dan Tempat Penelitian .....                                                                                  | 25    |
| B. Alat-alat Penelitian .....                                                                                         | 25    |
| C. Bahan Penelitian .....                                                                                             | 26    |
| D. Cara Kerja Penelitian .....                                                                                        | 26    |
| E. Teknik Analisis Data .....                                                                                         | 34    |
| BAB IV .....                                                                                                          | 36    |
| PEMBAHASAN .....                                                                                                      | 36    |
| B. Efektivitas Metode Ekstraksi DNA pada Sampel<br>Daging Sapi Mentah Berdasarkan Kuantitas dan<br>Kualitas DNA ..... | 37    |
| C. Efektivitas Metode Ekstraksi DNA pada Sampel<br>Daging Sapi Rebus Berdasarkan Kuantitas dan<br>Kualitas DNA .....  | 44    |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| D. Efektivitas Metode Ekstraksi DNA pada Sampel<br>Kuah Daging Sapi Berdasarkan Kuantitas dan<br>Kualitas DNA..... | 49 |
| E. Analisis Data Statistik .....                                                                                   | 54 |
| BAB V PENUTUP.....                                                                                                 | 60 |
| A. Kesimpulan.....                                                                                                 | 60 |
| B. Saran .....                                                                                                     | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                                                                                | 61 |
| LAMPIRAN .....                                                                                                     | 68 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Struktur Purin dan <i>Pyrimidines</i> (Morihiro, <i>et al.</i> , 2017)....                                                              | 8  |
| Gambar 2.2 Tahap <i>Real-time</i> PCR (Chis dan Vodnar, 2018).....                                                                                 | 19 |
| Gambar 4.1 Hasil visualisasi pita DNA dari sampel daging sapi mentah menggunakan lima metode ekstraksi pada elektroforesis dengan gel agarosa..... | 40 |
| Gambar 4.2 Hasil visualisasi pita DNA dari sampel daging sapi rebus menggunakan lima metode ekstraksi pada elektroforesis gel agarosa.....         | 46 |
| Gambar 4.3 Hasil visualisasi pita DNA dari sampel kuah daging sapi menggunakan lima metode ekstraksi pada elektroforesis gel agarosa.....          | 52 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Perbandingan metode ekstraksi DNA berdasarkan prinsip kerja, komposisi <i>lysis buffer</i> , suhu inkubasi, waktu total ekstraksi, keunggulan dan kelemahan masing-masing metode (Xiong <i>et al.</i> , 2019; Yalcinkaya <i>et al.</i> , 2016) .....                                                    | 13 |
| Tabel 2.2 Hubungan antara konsentrasi agarosa dengan kemampuan pemisahan fragmen DNA (Maladno, 2002).....                                                                                                                                                                                                         | 17 |
| Tabel 3.1 Perbedaan komposisi <i>lysis buffer</i> dan reagen untuk purifikasi, serta persamaan rasio kemurnian DNA, jenis elektroforesis dan kondisi RT-PCR pada metode ekstraksi DNA ( <i>salt</i> , urea, alkali, <i>boiling</i> , dan proteinase-K) .....                                                      | 34 |
| Tabel 3.2 Kriteria penilaian multi-kriteria untuk menentukan metode ekstraksi DNA yang paling efektif pada sampel daging sapi mentah, rebus dan kuah berdasarkan parameter konsentrasi DNA (ng/ $\mu$ L), kemurnian (rasio A260/280 dan A260/230), visualiasi pita DNA dalam elektroforesis, serta nilai Ct. .... | 35 |
| Tabel 4.1 Hasil uji konsentrasi DNA (ng/ $\mu$ L), kemurnian DNA rasio A260/280 dan A260/230 serta qPCR (nliali Ct) DNA dari sampel daging sapi mentah dengan metode ekstraksi <i>salt</i> , urea, alkali, <i>boiling</i> , dan proteinase-K .....                                                                | 38 |
| Tabel 4.2 Hasil skoring efektivitas metode ekstraksi DNA pada sampel daging sapi mentah berdasarkan konsentrasi (ng/ $\mu$ L), kemurnian rasio A260/280 dan A260/230, pita DNA dalam elektroforesis, serta qPCR (nliali Ct) menggunakan <i>multiple criteria decisison analysis</i> (MCDA) .....                  | 43 |
| Tabel 4.3 Hasil uji konsentrasi, kemurnian rasio A260/280 dan A260/230 serta qPCR (nliali Ct) isolat DNA sampel daging sapi rebus dengan metode ekstraksi <i>salt</i> , urea, alkali, <i>boiling</i> , dan proteinase-K .....                                                                                     | 44 |
| Tabel 4.4 Hasil skoring efektivitas metode ekstraksi DNA pada sampel daging sapi rebus berdasarkan konsentrasi (ng/ $\mu$ L), kemurnian rasio A260/280 dan A260/230, pita DNA dalam elektroforesis, serta qPCR (nliali Ct) menggunakan <i>multiple criteria decisison analysis</i> (MCDA).....                    | 48 |
| Tabel 4.5 Hasil uji konsentrasi, kemurnian rasio A260/280 dan A260/230 serta qPCR (nliali Ct) isolat DNA sampel kuah daging sapi dengan metode ekstraksi <i>salt</i> , urea, alkali, <i>boiling</i> , dan proteinase-K .....                                                                                      | 50 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.6 Hasil skoring efektivitas metode ekstraksi DNA pada sampel kuah daging sapi berdasarkan konsentrasi ( $\text{ng}/\mu\text{L}$ ), kemurnian rasio A260/280 dan A260/230, pita DNA dalam elektroforesis, serta qPCR (nilai Ct) menggunakan <i>multiple criteria decision analysis</i> (MCDA).....                                                                     | 53 |
| Tabel 4.7 Hasil uji normalitas (Shapiro-Wilk), homogenitas (Levene), dan One-Way ANOVA untuk parameter konsentrasi ( $\text{ng}/\mu\text{L}$ ), kemurnian (A260/280 dan A260/230), serta nilai Ct pada sampel daging sapi mentah, rebus, dan kuah dengan lima metode ekstraksi ( <i>salt</i> , <i>urea</i> , <i>alkali</i> , <i>boiling</i> , dan <i>proteinase-K</i> ) ..... | 55 |
| Tabel 4.8 Hasil uji post-hoc Tukey HSD untuk perbandingan parameter konsentrasi ( $\text{ng}/\mu\text{L}$ ), kemurnian rasio A260/280, dan A260/230 antar metode ekstraksi DNA pada sampel daging sapi mentah.....                                                                                                                                                            | 56 |
| Tabel 4.9 Hasil uji post-hoc Tukey HSD dan Games-Howell untuk perbandingan parameter konsentrasi ( $\text{ng}/\mu\text{L}$ ), kemurnian rasio A260/280, dan A260/230 antar metode ekstraksi DNA pada sampel daging sapi rebus .....                                                                                                                                           | 57 |
| Tabel 4.10 Hasil uji post-hoc Tukey HSD dan Games-Howell untuk perbandingan parameter konsentrasi ( $\text{ng}/\mu\text{L}$ ), kemurnian rasio A260/280, dan A260/230 antar metode ekstraksi DNA pada sampel kuah daging sapi .....                                                                                                                                           | 58 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Gambar dan Keterangan Alat-Alat Penelitian .....                                       | 68 |
| Lampiran 2 Gambar dan Keterangan Bahan-Bahan Penelitian.....                                      | 71 |
| Lampiran 3 Gambar dan Keterangan Proses Penelitian .....                                          | 74 |
| Lampiran 4 Hasil Perhitungan dalam Membuat Larutan .....                                          | 77 |
| Lampiran 5 Hasil Uji Konsentrasi, Kemurnian (A260/280 dan<br>A260/230), dan qPCR (nilai Ct) ..... | 79 |
| Lampiran 6 Hasil Analisis Statistik Metode Ekstraksi DNA pada<br>Sampel Daging Sapi Mentah.....   | 86 |
| Lampiran 7 Hasil Analisis Statistik Metode Ekstraksi DNA pada<br>Sampel Daging Sapi Rebus.....    | 89 |
| Lampiran 8 Hasil Analisis Statistik Metode Ekstraksi DNA pada<br>Sampel Kuah Daging Sapi .....    | 93 |

## DAFTAR SINGKATAN

| Singkatan | Kepanjangan                            | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|-----------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| qPCR      | Quantitative polymerase chain reaction | 1                                   |
| DNA       | Deoxyribonucleic acid                  | 9                                   |
| PCR       | Polymerase chain reaction              | 10                                  |
| CTAB      | Cethyl trimethyl amoonium bromide      | 10                                  |
| mtDNA     | DNA mitokondria                        | 11                                  |
| SDS       | Sodium dedocyl sulfate                 | 12                                  |
| EDTA      | Ethylenediaminetetraacetic acid        | 12                                  |
| TE        | Tris-EDTA                              | 13                                  |
| UV        | Ultraviolet                            | 15                                  |
| EtBr      | Etidium bromida                        | 18                                  |
| TEB       | Tris-borat-EDTA                        | 18                                  |
| TAE       | Tris-asetat-EDTA                       | 18                                  |
| Ct        | Cycle threshold                        | 20                                  |
| NFW       | Nuclease free water                    | 22                                  |

**ABSTRAK**

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS LIMA METODE  
EKSTRAKSI DNA KONVENSIONAL TERHADAP  
KUANTITAS DAN KUALITAS DNA DARI TIGA  
VARIASI SAMPEL DAGING SAPI (*BOS TAURUS*)**

Oleh:

**Sabilla Putri Awalliani**  
**21106030049**

**Pembimbing: Dr.rer.Medic Esti Wahyu Widowati, M.Si dan  
Slamet Diah Volkandari, S.Pt., M.Sc**

---

Keberhasilan identifikasi dan verifikasi produk daging berbasis DNA bergantung pada kuantitas dan kualitas DNA hasil ekstraksi. Namun efektivitas setiap metode ekstraksi bervariasi karena perbedaan mekanisme kerjanya, sehingga pemilihan metode harus disesuaikan dengan karakteristik sampel yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas lima metode ekstraksi DNA (*salt*, *urea*, *alkali*, *boiling*, dan *proteinase-K*) pada tiga variasi sampel daging sapi (mentah, rebus, dan kuah) berdasarkan parameter konsentrasi DNA ( $\text{ng}/\mu\text{L}$ ), kemurnian DNA (rasio A260/280 dan A260/230), visualisasi elektroforesis, dan nilai Ct dalam qPCR. Hasil ekstraksi DNA yang dievaluasi menggunakan *multi-criteria decision analysis* (MCDA) menunjukkan metode urea paling efektif untuk daging mentah dengan konsentrasi DNA tertinggi ( $731,97 \pm 99,731 \text{ ng}/\mu\text{L}$ ), rasio A260/280 optimal ( $1,96 \pm 0,031$ ), dan nilai Ct terendah ( $8,09 \pm 0,622$ ), meskipun rasio A260/230 tidak optimal dan terdeteksinya fragmentasi DNA (*smear*) dalam elektroforesis. Sementara untuk daging rebus, metode alkali terbukti paling efektif dengan nilai Ct terendah ( $8,28 \pm 0,240$ ) dan rasio A260/280 optimal ( $1,84 \pm 0,048$ ), meskipun konsentrasi DNA rendah ( $102,76 \pm 7,827 \text{ ng}/\mu\text{L}$ ) dan rasio A260/230 tidak optimal serta tidak terdeteksinya pita DNA dalam elektroforesis. Metode urea juga terbukti paling efektif untuk sampel kuah dengan konsentrasi DNA tertinggi ( $361,64 \pm 17,916 \text{ ng}/\mu\text{L}$ ), rasio A260/280 optimal ( $1,88 \pm 0,021$ ), dan menghasilkan DNA yang dapat diamplifikasi meskipun nilai Ct relatif tinggi ( $28,66 \pm 0,496$ ), rasio A260/230 tidak optimal serta tidak terdeteksinya pita DNA dalam

elektroforesis. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode urea paling efektif untuk ekstraksi DNA dari daging sapi mentah dan kuah, sedangkan metode alkali paling efektif untuk daging rebus.

---

Kata Kunci: Daging Sapi, Ekstraksi DNA, Kualitas DNA, Kuantitas DNA, Matriks Pangan Kompleks, Perbandingan Metode Ekstraksi DNA.



## ABSTRACT

### COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF FIVE CONVENTIONAL DAN EXTRACTION METHODS ON THE QUANTITY AND QUALITY OF DNA FROM THREE VARIETIES OF BEEF (*Bos taurus*)

By:

**Sabilla Putri Awalliani**

**21106030049**

***Supervisor:* Dr.rer.Medic Esti Wahyu Widowati, M.Si dan Slamet  
Diah Volkandari, S.Pt., M.Sc**

---

The success of DNA-based meat product identification and verification depends on the quantity and quality of the extracted DNA. However, the effectiveness of each extraction method varies with its distinct working mechanism, so method selection must be tailored to the characteristics of the sample used. This study aimed to evaluate and compare the effectiveness of five DNA extraction methods (*salt*, urea, alkali, *boiling*, and proteinase-K) on three variations of beef samples (raw, boiled, and broth) based on parameters of DNA concentration (ng/ $\mu$ L), DNA purity (A260/280 and A260/230 ratios), electrophoresis visualization, and Ct value in qPCR. The DNA extraction results, evaluated using multi-criteria decision analysis (MCDA), indicated that the urea method was the most effective for raw meat, yielding the highest DNA concentration ( $731.97 \pm 99.731$  ng/ $\mu$ L), optimal A260/280 ratio ( $1.96 \pm 0.031$ ), and the lowest Ct value ( $8.09 \pm 0.622$ ), despite a suboptimal A260/230 ratio and the detection of DNA fragmentation (*smear*) in electrophoresis. For boiled meat, the alkali method proved to be the most effective with the lowest Ct value ( $8.28 \pm 0.240$ ) and an optimal A260/280 ratio ( $1.84 \pm 0.048$ ), albeit with a low DNA concentration ( $102.76 \pm 7.827$  ng/ $\mu$ L), a suboptimal A260/230 ratio, and no detectable DNA band in electrophoresis. The urea method was also found to be the most effective for broth samples, yielding the highest DNA concentration ( $361.64 \pm 17.916$  ng/ $\mu$ L), an optimal A260/280 ratio ( $1.88 \pm 0.021$ ), and produced amplifiable DNA, although the Ct value was relatively high ( $28.66 \pm 0.496$ ), the A260/230 ratio was suboptimal, and no DNA band was detected in electrophoresis. Based on the results, it can be concluded that the urea method is the most effective for DNA

extraction from raw beef and broth, while the alkali method is the most effective for boiled meat.

---

Keywords: Beef, DNA Extraction, Beef, Quality, DNA Quantity, Comparison of Complex Food Matrix, Comparison of DNA Extraction Methods.



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Identifikasi dan verifikasi sumber bahan pangan, khususnya produk daging merupakan aspek kritis dalam menjamin keamanan pangan, tetapi metode konvensional berbasis lemak, protein, atau senyawa volatil memiliki keterbatasan karena senyawa target mudah terdegradasi selama proses pengolahan (Andriyani, *et al.*, 2019). Analisis molekuler berbasis DNA, seperti *quantitative polymerase chain reaction* (qPCR) dapat menjadi solusi karena stabilitas DNA yang tinggi terhadap proses termomekanik, kemampuannya mempertahankan sekuens spesifik, dan deteksi kuantitatif melalui sistem fluoresensi seperti SYBR Green yang hemat biaya serta fleksibel tanpa memerlukan probe spesifik (Syafrizayanti, *et al.*, 2022). Namun, keberhasilan qPCR sangat bergantung pada kuantitas dan kualitas DNA hasil ekstraksi, yang prosesnya menghadapi tantangan kompleks pada sampel olahan terutama kuah akibat degradasi DNA dan adanya inhibitor.

Sampel olahan daging seperti daging rebus dan kuah, menghadirkan tantangan kompleks dalam ekstraksi DNA akibat proses pengolahan seperti perebusan yang menyebabkan fragmentasi DNA sehingga menghasilkan DNA dengan ukuran lebih pendek dan konsentrasi yang lebih rendah. Selain itu, sampel kuah sebagai matriks cair, mengandung berbagai senyawa pengganggu seperti lemak, protein, dan polisakarida yang mengganggu proses ekstraksi DNA (Sakalar, *et al.*, 2012). Metode fenol-kloroform dan kolom silika telah terbukti efektif untuk matriks makanan padat (Pistaka, *et al.*, 2019). Namun, penerapan metode tersebut pada matriks makanan cair, seperti kuah

menghadapi kendala signifikan berupa kandungan DNA rendah, inhibitor PCR tinggi, serta presipitasi komponen organik yang mengganggu isolasi asam nukleat (Sajali, et al., 2022).

Pendekatan alternatif dalam ekstraksi DNA dapat dioptimalkan melalui metode *salting-out* berbasis garam berkonsentrasi tinggi yang secara efektif memisahkan protein dari asam nukleat melalui mekanisme pengendapan dengan peningkatan kekuatan ionik oleh NaCl menurunkan kelarutan protein (Sambrook dan Russell, 2001). Metode urea melibatkan penggunaan urea (4-8 M) sebagai agen kaotropik yang mengganggu sifat nukleoprotein sekaligus mengendapkan protein dan ketika dikombinasikan dengan fenol-kloroform, konsentrasi dan kemurnian DNA pada sampel kompleks meningkat (Gautama, 2022; Naeem, et al., 2020). Sementara itu, lisis basa dengan NaOH memberikan solusi cepat dan ekonomis melalui pemecahan dinding sel, inaktivasi nuklease, serta degradasi DNA untai ganda menjadi untai tunggal (Yahya, et al., 2017).

Metode *boiling* dengan pemanasan 100°C selama 10-25 menit memiliki keunggulan berupa proses yang cepat, sederhana, serta tidak memerlukan bahan kimia berbahaya, meskipun menghasilkan kemurnian DNA lebih rendah dibanding kit komersial (Dayanti et al., 2019). Sementara itu, proteinase-K sebagai enzim proteolitik berperan penting dalam degradasi protein seluler dan peningkatan kemurnian DNA, tetapi aktivitas enzim ini dapat menurun pada kondisi termal sehingga efektivitasnya bergantung pada jenis sampel, suhu inkubasi, dan stabilitas enzim (Goldenberger et al., 1995). Penelitian yang dilakukan oleh Xiong, et al. (2019) dan Yalcinkaya, et al. (2016) telah membuktikan keberhasilan lima pendekatan alternatif (*salt*, urea, alkali,

*boiling*, dan proteinase-K) untuk matriks pangan segar dan olahan, tetapi aplikasinya pada kuah masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas lima metode ekstraksi DNA (*salt*, urea, alkali, *boiling*, dan proteinase-K) ketika diaplikasikan pada daging sapi mentah, daging sapi rebus, dan kuah daging sapi berdasarkan parameter konsentrasi DNA, kemurnian DNA (A260/280 dan A260/230), visualiasi elektroforesis, dan keberhasilan amplifikasi qPCR (nilai Ct). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi mengenai metode ekstraksi DNA yang paling efektif untuk setiap jenis sampel. Penelitian ini menggunakan metode yang mengacu pada penelitian Xiong, *et al.* (2019) dan Yalcinkaya, *et al.* (2016).

## **B. Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki beberapa batasan yang perlu diperhatikan dalam penelitian antara lain:

1. Sampel yang digunakan berupa daging sapi mentah, daging sapi rebus, dan kuah daging sapi yang berasal dari rebusan daging sapi tanpa ada bahan tambahan pangan.
2. Metode ekstraksi DNA yang digunakan adalah metode *salt*, urea, alkali, *boiling*, dan proteinase-K.
3. Efektivitas metode ekstraksi dinilai berdasarkan parameter konsentrasi DNA (ng/ $\mu$ L), kemurnian (rasio A260/280 dan A260/230), visualisasi elektroforesis, dan nilai Ct dari qPCR.
4. Elektroforesis gel agarosa hanya dilakukan secara visual tanpa analisis kuantitatif.

5. Analisis qPCR hanya dilakukan untuk mengetahui keberhasilan amplifikasi DNA sapi dengan menggunakan primer spesifik yang menargetkan fragmen gen COX2 (93 bp), tanpa melibatkan analisis lebih lanjut seperti *sequencing*.

### **C. Rumusan Masalah**

Bagaimana efektivitas metode ekstraksi DNA konvensional (*salt*, urea, alkali, *boiling* dan proteinase-K) untuk isolasi DNA dari daging sapi mentah, daging sapi rebus, dan kuah daging sapi?

### **D. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas lima metode ekstraksi DNA konvensional (*salt*, urea, alkali, *boiling*, dan proteinase-K) dalam menghasilkan DNA dari sampel daging sapi mentah, daging sapi rebus, dan kuah daging sapi berdasarkan parameter kuantitas dan kualitas DNA.

### **E. Manfaat Penelitian**

Secara teori dan praktis, penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan data komparatif tentang efektivitas berbagai metode ekstraksi DNA konvensional pada sampel daging dengan tingkat degradasi termal berbeda.
2. Memberikan rekomendasi metode ekstraksi DNA untuk matriks pangan kompleks sebagai landasan dalam berbagai teknik analisis molekuler lanjutan seperti *sequencing*.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil ekstraksi DNA terhadap lima metode ekstraksi DNA pada tiga matriks yang berbeda yang dievaluasi menggunakan uji multi-kriteria dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi urea efektif untuk sampel daging sapi mentah dan kuah daging sapi, sedangkan metode alkali efektif untuk sampel daging sapi rebus.

#### **B. Saran**

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan optimasi pada metode urea dan alkali, seperti memodifikasi langkah presipitasi atau menambahkan tahap pemurnian untuk mengurangi kontaminan.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengaplikasikan metode ekstraksi terpilih dalam penelitian ini pada produk daging sapi komersil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, G. L., Lopez, A. M., Aceituno, C. B., Avila, J. A., Guerrero, J. A., & Quesada, R. A. (2016). DNA Source Selection for Downstream Applications Based on DNA Quality Indicators Analysis. *Biopresevation and Biobanking*, 1-7.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Molecular Biology of The Cell* (6th ed.). New York: W. W. Norton & Company.
- Ali, M. E., Kashif, M., Uddin, K., Hashim, U., Mustafa, S., & Che Man, Y. B. (2012). Species authentication methods in foods and feeds: the present, past, and future of halal forensics. . *Food Analytical Mthods*, 5(5), 935-955.
- Al-khatani, H. A., Ismail, E. A., & Ahmed, M. A. (2017). Effects of Processing Methods on The Stability and Detectability of DNA in Meat Products. *Journal of Food and Technology*, 10(54).
- Andriyani, E., Fais, N. L., & Muarifah, S. (2019). Perkembangan Penelitian Metode Ekstraksi Kandungan Babi untuk Menjamin Kehalalan Produk Pangan Olahan . *Journal of Islamic Studies and Humanities*, 4(1), 104-126.
- Ballin, N. Z., Vogensen, F. K., & Karlsson, A. H. (2009). Species Determination – Can We Detect and Quantify Meat Adulteration? *Meat Science*, 83, 165-174.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Gatto Jr, G. J., & Styer, L. (2015). *Biochemistry* (8th ed.). San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Biase, F. H., Franco, M. M., Goulart, L. R., & Antunes, R. C. (2002). Protocol for Extraction of Genomic DNA from Swine Solid Tissues. *Genomic and Molecular Biology*, 25(3), 313-315.
- Boutina, A., Bhat, D., Partis, L., & Emslie, K. R. (2019). Storage Stability of Solutions of DNA Standards. *Analytical Chemistry*, 91(19), 12268-12274.
- Butler, J. M. (2011). *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Methodology*. San Diego: Elsevier.
- Chis, L. M., & Vodnar, D. C. (2018). Methods of Detecting Meat Species in Food of Animal. *Food Science and Technology*, 75(2), 125-142.

- Chowdhury, M. M., Rahman, A. S., Nahar, L., Rahman, M., Al Reza, H., & Ahmed, M. S. (2016). Efficiency of Different DNA Extraction Methods for Fish Tissues: A Comparative Analysis. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 11(3), 11-15.
- Dairawan, M., & Shetty, P. J. (2020). The Evolution of DNA Extraction Methods. *American Journal of Biomedical Science and Research*. doi:<http://dx.doi.org/10.34297/AJBSR.2020.08.001234>
- Dayanti, F. G., Djuminar, A., Dermawan, A., & Tantan, A. (2019). Perbandingan Niali Pengukuran Kuantitatif Hasil Ekstraksi DNA Salmonella typi Menggunakan Metode Boiling, NaOH, Kit Komersial. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(1), 350-358.
- Desjardins, P., & Conklin, D. (2010). NanoDrop Microvolume Quantitation of Nucleic Acids. *Journal of Visualized Experiments*(45), 1-5.
- Dimitrakopoulou, M. E., Stavrou, V., & Kotsalou, C. V. (2020). Boiling Extraction Method VS Commercial Kits for Bacterial DNA Isolation from Food Samples. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 3(4), 311-319.
- Elsik, C. G., Tellam, R. L., & Worley, K. (2009). The Genome Sequence of Taurine Cattle: A Window to Ruminant Biology and Evolution. *Science*, 324, 522-528.
- Emilia, Harnelly, E., & Anhar, A. (2021). Optimalisasi Metode Ekstraksi DNA Daun Klit Kayu dan Kayu Pinus merkusii Jungh. Et de Vriese. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 766-778. Diambil kembali dari <http://www.jim.unsyiah.ac.id/JFP>
- Gallagher, S., & Wiley, E. A. (2012). *Current Protocols in Molecular Biology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Gautama, a. (2022). *Isolation of DNA from Blood Samples by Salting Method BT - DNA and RNA Isolation Techniques for Non-Experts ed A Gautam*. New York: Springer International Publishing.
- Goldenberger, D., Perschil, I., Ritzler, M., & Altwegg, M. (1995). A Simple "Universal" DNA Extraction Procedure Using SDS and

- Proteinase K is Compatible with Direct PCR Amplification. *Genome Research*, 4(6), 368-370.
- Green, M. R., & Sambrook, J. (2020). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (4th ed.). New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Hartono, D., & Dewi, U. (2024). Penerapan Video Umpan Balik terhadap Pembelajaran Servis BuluTangkis pada Pemain Tingkat Pemula. *Jurnal Pendidikan Olahraga*, 229-239. Diambil kembali dari <http://journal.ikipgriptk.ac.id/index.php/olahraga>
- Hassan, R., Husin, A., Sulong, S., Yusoff, S., Johan, M. F., Yahya, B. H., . . . Keng, C. S. (2015). Guidelines for nucleic acid detection and analysis in hematological. *Malaysian J Pathol*, 2(37), 165-173.
- Heid, C. A., Stevens, J., Livak, K. J., & Williams, P. M. (1996). Real Time Quantitative PCR. *Genome Methods*, 986-994.
- Innis, M. A., & Gelfand, D. H. (1990). *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. London: Academic Press.
- Javadi, A., Shamael, M., Ziazi, L. M., Pourabdollah, M., Dorudinia, A., Seyedmehdi, S. M., & Karimi, S. (2014). Qualification Study of Two Genomic DNA Extraction Methods in Different Clinical Samples. *Tanaffos*, 13(4), 41-47.
- Kubista, M., Andrade, J. M., Bengtson, M., Forootan, A., Jonak, J., Lind, M., . . . Zoric, N. (2006). The Real-Time Polymerase Chain Reaction. *Molecular Aspects of Medicine*(27), 95-125.
- Lee, P. Y., J, C., Hsu, C. Y., & Kim, Y. H. (2012). Agarose Gel Electrophoresis for the Separation of DNA Fragments. *Journal of Visualized Experiments*(62), 1-5.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2000). *Molecular Cell Biology* (4th ed.). New York: W.H Freeman.
- Maladno. (2002). *Teknologi Rekayasa Genetik*. Bogor: Pustaka Wirausaha Muda.
- Masoomi-Aladizgeh, F., Jabbari, L., Nekouei, R. N., Aalami, A., Atwell, B. J., & Haynes, P. A. (2023). A Universal Protocol for High-Quality DNA and RNA Isolation from Diverse Plant

- Species. *PLoS One*, 18(12).  
doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295852>
- McCord, B., Pionzio, A., & Robyn, T. (2015). *Analysis of the Effect of a Variety of PCR Inhibitors on the Amplification of DNA using Real Time PCR, Melt Curves and STR Analysis*. New York: Department of Justice.
- Morihito, R. V., Chungdinata, S. E., Nazareth, T. A., Pulukadang, M. I., Makalew, R. A., & Pinontoan, B. (2017). Identifikasi Perubahan Struktur DNA Terhadap Pembentukan Sel Kanker Menggunakan Dekomposisi GRAF. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(2), 153-160.
- Murray, M. G., & Thompson, W. F. (1980). Rapid Isolation of High Molecular Weight Plant ONA. *Nucleic Acids Research*, 8(19), 4321-4326.
- Naeem, M., Hassan, S., Masud, S., Ali, Q., Hayat, S., Naeem, A. D., & Naeem, Z. (2020). Comparative Analysis of Genomic DNA Extraction Protocols: Maxi-Preparation of Quality DNA for Genetic Evaluation and Phylogenetic Studies . *Genetics and Molecular Research* , 19(1).
- Opel, K. L., Chung, D., & McCord, B. R. (2010). A Study of PCR Inhibition Mechanisms Using Real Time PCR. *Journal of Forensic Sciences*, 33(1), 25-33. doi:10.1111/j.1556-4029.2009.01245.x
- Pistaka, Z., Servusova, E., Babak, V., Nesvadbova, M., & Borilova, G. (2019). The Quality of DNA Isolated from Processed Food and Feed via Different Extraction Procedures. *Molecules*, 24(6).
- Prins, T., Broothaerts, W., Burns, M., Demšar, T., Edelman, S., Papazoa, N., . . . Taverniers, I. (2024). *Guidance on The Selection and Use of DNA*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Rahayu, W. I., Maresti, F. A., Wardana, A. R., & Ramadhani, F. U. (2025). Penerapan Anova One Way Untuk Menganalisis Pengaruh Pendidikan Terhadap Pendapatan Individu Menggunakan Python Serta Visualisasi Data Dengan Looker Studio. *Data Sciences Indonesia*, 4(2), 85-96. doi:<https://doi.org/10.47709/dsi.v4i2.5363>

- Rahmah, V. A., Tanuwiria, U. H., & Islami, R. Z. (2025). Konsentrasi dan Kemurnian DNA Hasil Ekstraksi Rumput Oot, Jagung Hibrida, Padi IR64, dan Padi Ciherang. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*, 13(2), 119-126. doi:<https://doi.org/10.30598/ajitt.2025.13.2.119-126>
- Retnaningati, D. (2020). Optimasi Metode Ekstraksi DNA pada Melon (Cucumis melo L.) Berdasarkan Suhu, Lama Inkubasi, dan Kondisi Daun. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 5(2), 109-114. doi: 10.24002/biota.v5i2.4096
- Saglik, I., Ener, B., Akali, H., Ozdemir, B., Ocakoglu, G., Yalcin, B., . . . Karadag, M. (2022). Association of SAR-Cov-2 Cycle Threshold (Ct) Values with Clinical Course and Serum Biomarkers in COVID-19 Patients. *The Hournal of Infection in Develping Countries*, 16(3), 445-452. doi:10.3855/jidc.15818
- Sajali, N., Eong, S. C., Hanapi, U. K., Jamaludin, S. A., Tasrip, N. A., & Desa, M. H. (2018). The Challenges of DNA Extraction in Different Assorted Food Matrices: A Review. *Journal of Food Science*, 83(10), 2409-2414.
- Sajali, N., Ting, S., Koh, C., Desa, M., Wong, S., & Abu, B. (2022). Meatball model of porcine DNA detection by TaqMan probe real-time PCR Food. *Food Res*, 6, 134.
- Sakalar, E., Abasiyanik, F., Bektik, E., & Tayyrov, A. (2012). Effect of Heat Processing on DNA Quantification. *Journal of Food Science*. doi:10.1111/j.1750-3841.2012.02853.x
- Sambrook, J., & Russell, D. W. (2001). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (3rd ed.). New York: Cold Spring Harbonr Laboratory Press.
- Schrader, C., Schielke, A., Ellerbroek, L., & Johne, R. (2012). PCR Inhibitors – Occurrence, Properties and Removal. *Journal of Applied Microbiology*, 1-13. doi:10.1111/j.1365-2672.2012.05384.x
- Sepp, R., Uda, S. H., & Sakamoto, H. (1994). Rapid Techniques for DNA Extraction from Routinely Processed Archival Tissue for Use in PCR. *Comparative Study*, 47(4), 318-323.

- Shain, E. B., & Clemes, J. M. (2008). A New Method for Robust Quantitative and Qualitative Analysis of Real-Time PCR. *Nucleic Acids Research*, 36(14), 1-7.
- Shin, S. K., Lee, Y., & Kwon, H. (2021). Validation of Direct Boiling Method for Simple and Efficient Genomic DNA Extraction and PCR Based Macroalgal Species Determination. *Genomic DNA*.
- Singh, P., Narang, P. K., & Akanksha. (2024). A Review on Toxicity and Degradation of Ethidium. *Environment and Ecology*, 4(2B), 851-854.
- Singh, U. A., Kumari, M., & Iyengar, S. (2018). Method for Improving The Quality of Genomic DNA Obtained from Minute Quantities of Tissue and Blood Samples Using Chelex 100 Resin. *Biological procedures online*, 20(1), 12. doi:<https://doi.org/10.1186/s12575-018-0077-6>
- Syafrizayanti, Safni, & Nurhayati. (2022). Detection and Absolute Quantification Porcine DNA in Sausages. *Jurnal Kimia Unand*, 11(2), 5-13.
- Tan, S. C., & Yiap, B. C. (2009). DNA, RNA, and Protein Extraction: The Past and The Present. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2009, 1-10. doi:10.1155/2009/574398
- Taylor, S., Wakem, M., Dijkman, G., Alsarraj, M., & Nguyen, M. (2010). A Practical Approach to RT-qPCR-Publishing Data that Conform to the MIQE Guidelines. *Methods*(50), 51-55.
- Watson, J. D., & Crick, F. H. (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids; A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature*, 171(4356), 737-738.
- Wijaya, A., Akbar, D. Y., & Khairunnisa, A. (2024). Autentikasi Produk Pangan Halal Menggunakan Metode PCR (Polymerase Chain Reaction). *Indonesian Journal of Halal*, 7(1), 70-80. doi:<https://doi.org/10.14710/halal.v7i1.21131>
- Wijayat, W., Winarni, A. T., Suzery, M., Al-Barry, N. A., & Putri, R. S. (2019). Real Time-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) sebagai Alat Deteksi DNA Babi dalam Beberapa Produk Non-Pangan. *Indonesia Journal of Halal*, 2(1), 26. doi:<https://doi.org/10.14710/halal.v2i1.5361>

- Xiao, F., Chen, Z., We, Z., & Tian, L. (2020). Hydrophobic Interaction: A Promising Driving Force for the Biomedical Applications of Nucleic Acids. *Advanced Science*, 7(16), 1-34.
- Xiong, X., Huang, M., Yuan, F., Lu, L., & X, X. (2019). Development and Validation of a Fast DNA Extraction Protocol. *Food Analytical Methods*, 1-12.
- Yahya, A., Firmansyah, M., Arlisyah, A., & Risandiansyah, R. (2017). Comparison of DNA Extraction Methods Between Conventional, Kit, Alkali and Buffer-Only for PCR Amplification on Raw and Boiled Bovine and Porcine Meat. *J.Exp. Life Sci.*, 7(2), 110-114.
- Yalcinkaya, B., Yumbul, E., Mozioglu, E., & Akgoz, M. (2016). Comparison of DNA Extraction Methods for Meat Analysis. *Food Chemistry*, 1-5.
- Yulianti, S., Islami, R. Z., Mansyur, & Pramudyawardani, E. F. (2024). Analisis Konsentrasi dan Kemurnian Deoxyribo Nucleic Acid (DNA) dari Rumput Pakan Ternak. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan*, 12(2), 167-179. doi:<https://doi.org/10.31949/Agrivet/v12i2.10618>
- Zhang, Y., Li, H., Shang, S., Meng, S., Lin, T., & Zhang, Y. (2020). Evaluation Validation of A qPCR Curve Analysis Method and Conventional Approaches. *BioRxiv*.