



UIN SUSKA RIAU

SKRIPSI

IDENTIFIKASI CEMARAN DAGING BABI PADA PRODUK BAKSO MENGGUNAKAN METODE POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR) DENGAN PENANDA 16S rRNA



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

FANIA FRANTIKA

12180121846

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2025**

© Hak Cipta milik UIN Su

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

SKRIPSI

IDENTIFIKASI CEMARAN DAGING BABI PADA PRODUK BAKSO MENGGUNAKAN METODE POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR) DENGAN PENANDA 16S rRNA



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

FANIA FRANTIKA

12180121846

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan**

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2025**

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Identifikasi Cemaran Daging Babi pada Produk Bakso Menggunakan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dengan Penanda 16S rRNA

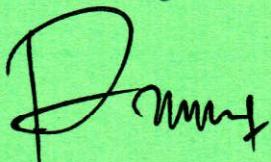
Nama : Fania Frantika

Nim : 12180121846

Program Studi : Peternakan

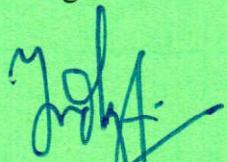
Menyetujui,
Telah diuji pada tanggal 18 Juni 2025

Pembimbing I



Dr. Restu Misrianti, S.Pt, M.Si
NIP. 19870923 201801 2 001

Pembimbing II



Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi, M.Si
NIP. 19770727 200710 2 005

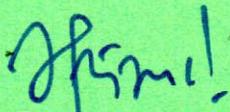
Mengetahui:



Dekan,
Fakultas Pertanian dan Peternakan

Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc
NIP. 19710706 200701 1 031

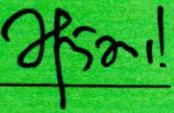
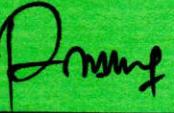
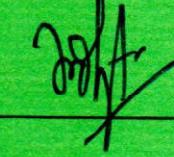
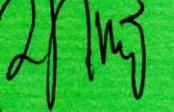
Ketua,
Program Studi Peternakan



Dr. Trian Adelina, S.Pt., M.P
NIP. 19760322 200312 2 003

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian
Sarjana Peternakan pada Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
dinyatakan lulus pada tanggal 18 Juni 2025

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P	Ketua	1. 
2.	Dr. Restu Misrianti, S.Pt, M.Si	Sekretaris	2. 
3.	Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi, M.Si	Anggota	3. 
4.	Endah Purnamasari, S.Pt., M.Si., Ph.D	Anggota	4. 
5.	Drh. Jully Handoko, S.K.H.,M.KL	Anggota	5. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fania Frantika
Nim : 12180121846
Tempat/Tgl Lahir : Desa Koto Tuo, Kabupaten Lima Puluh Kota,
Provinsi Sumatera Barat/ 20 September 2002
Fakultas : Pertanian dan Peternakan
Program Studi : Peternakan
Judul Skripsi : Identifikasi Cemaran Daging Babi pada Produk
Bakso Menggunakan Metode *Polymerase Chain
Reaction (PCR)* dengan Penanda 16S rRNA

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu skripsi saya ini, saya menyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai perundang-undangan yang berlaku di perguruan tinggi dan negara Republik Indonesia.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, Juni 2025.

Yang membuat pernyataan,



Fania Frantika

NIM.12180111056

- Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subbahanahu Wata`ala yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan judul “Identifikasi Cemaran Daging Babi pada Produk Bakso Menggunakan Metode *Polymerase Chain Reaction (PCR)* dengan Penanda 16S rRNA”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada kesempatan bahagia ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang turut serta membantu dan membimbing dalam menyelesaikan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

1. Ucapan teristimewa penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Jon Efendi dan Lendralela, abang tersayang, Paska Pratama, serta adik-adik tercinta, Falia Rahma, Fatia Ayu Novita, dan Geisya Azzahra. Mereka adalah tempat penulis berkeluh kesah, motivator terbaik, dan sumber semangat sejak awal perkuliahan hingga menyelesaikan pendidikan di tingkat sarjana. Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala doa, dukungan, nasihat, dan kasih sayang yang tiada henti. Tanpa mereka, penulis bukanlah siapa-siapa, Mereka adalah pendidik dan panutan sejati yang senantiasa mengarahkan penulis untuk bersungguh-sungguh dalam belajar, tidak mudah menyerah, serta tetap taat dalam beribadah. Ucapan terima kasih ini tentu belum cukup untuk mewakili seluruh penghargaan dan rasa hormat yang penulis rasakan atas peran besar mereka dalam pencapaian ini.
2. Ibu Prof. Dr. Leny Nofianti, M.S., S.E., M.Si., Ak., CA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc. selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc. selaku Wakil Dekan I, Bapak Dr. Zulfahmi, S.Hut., M.Si selaku Wakil Dekan II dan Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau



5. **© Hak Cipta milik UIN Suska Riau**
6. Ibu Dr. Restu Misrianti, S.Pt, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberi arahan, masukan serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Dr. Endah Purnama Sari, S.Pt., M.Si. selaku penguji I dan Bapak Drh. Jully Handoko, S.K.H.,M.KL selaku penguji II yang telah memberikan arahan, kritikan, dan saran dalam menyelesaikan perbaikan penulisan skripsi.
8. Ibu Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si selaku Penasehat Akademis (PA) yang selalu memberi arahan, nasehat serta semangat selama masa perkuliahan ini.
9. Bapak dan ibu dosen staf pengajar yang telah mendidik penulis selama masa perkuliahan, karyawan serta seluruh civitas akademika Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang membantu dalam melayani dan mendukung dalam hal administrasi.
10. Rekan satu tim penelitian, Elsha Dwi Arimbi dan Tasya Adela, yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini, mulai dari penulisan proposal, pelaksanaan penelitian, hingga terselesaiannya skripsi ini. Kebersamaan, kerja sama, dan semangat yang mereka berikan menjadi kekuatan besar dalam melewati setiap tahap yang penuh tantangan.
11. Sahabat terbaik sepanjang masa yaitu Nadya Shafira Lutfhi yang selalu ada dikala sedih maupun senang. kehadirannya menjadi penyeguk di tengah kepenatan, dan nasihatnya kerap menjadi penuntun kala ragu melanda. Semoga segala kebaikan, ketulusan, dan kebersamaan yang telah terjalin menjadi amal yang abadi dan diberkahi oleh Allah SWT.
12. Sahabat-sahabat seperjuangan, Dinda Ayu Permata Putri, Adhinda Putri Amalia, dan Deby Puspita Rija, yang telah mendampingi penulis dalam melewati berbagai proses dan tantangan sejak awal perkuliahan hingga akhir. Dukungan, semangat, serta motivasi yang mereka berikan menjadi salah satu sumber kekuatan yang sangat berarti dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- © Hak cipta milik UIN Suska Riau**
13. Teman-teman angkatan 2021 terkhusus untuk kelas A, yang telah sama-sama berjuang dari awal perkuliahan sampai saat ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu terima kasih atas segala dukungan dan motivasi yang diberikan.
 14. Terimakasih kepada teman-teman KKN Desa Silikuan Hulu, Kabupaten Pelalawan, tahun 2024 yang selalu bersama penulis dari awal perkuliahan hingga akhir dan selalu mensupport penulis dalam mengerjakan tugas akhir hingga selesai.
 15. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh teman-teman MBKM yang telah memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama mengikuti program dan proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran dan kerja sama yang baik selama kegiatan MBKM menjadi bagian penting yang turut membentuk semangat dan motivasi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Atas segala peran dan partisipasi yang telah diberikan mudah-mudahan Allah Subhhanahu Wata'ala memberi balasan yang baik kepada mereka berupa pahala yang berlipat ganda. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan yang perlu disempurnakan untuk kedepannya. Semoga Allah Subhhanahu Wata'ala melimpahkan berkah dan taufik-Nya kepada kita semua dan semoga skripsi ini bermanfaat tidak hanya bagi penulis, tetapi juga untuk seluruh pembaca. Amin ya Rabbal' Alamin.

Pekanbaru, Juni 2025

Penulis

UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

RIWAYAT HIDUP



Fania Frantika dilahirkan di Desa Koto Tuo, Kecamatan Kapur IX, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat, pada tanggal 20 September 2002. Lahir dari pasangan Ayahanda Jon Efendi dan Ibunda Lendralela anak ke-2 dari 5 bersaudara. Mulai pendidikan Sekolah Dasar di SDN 01 Koto Lamo, Kecamatan Kapur IX, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat pada tahun 2009 dan tamat pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan SMPN 3 Koto Tangah dan tamat pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan SMAN 2 Harau dan tamat pada tahun 2021. Pada tahun 2021 melalui jalur SBMPTN, penulis diterima menjadi mahasiswa pada Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada bulan Juli sampai Agustus 2023 melaksanakan Praktik Kerja Lapang (PKL) di Moosa Edufarm Solok Provinsi Sumatera Barat. Pada bulan Juli sampai Agustus 2024 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Silikuan Hulu, Kecamatan Ukui, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau. Pada Bulan September tahun 2024 penulis melaksanakan penelitian di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada tanggal 18 Juni 2025 dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Peternakan (S.Pt) melalui sidang tertutup Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

UIN SUSKA RIAU

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kesehatan dan keselamatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Identifikasi Cemaran Daging Babi pada Produk Bakso Menggunakan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR) dengan Penanda 16S rRNA**". Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak yang terlibat selama proses penelitian dan penulisan berlangsung.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ibu Dr. Restu Misrianti, S.Pt, M.Si. sebagai dosen pembimbing I dan Ibu Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi, M.Si. sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk dan motivasi sampai selesainya skripsi ini. Kepada seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis di dalam penyelesaian skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terima kasih dan semoga mendapatkan balasan dari Allah Subbahana Wata`ala untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua baik untuk masa kini maupun untuk masa yang akan datang.

Pekanbaru, Juni 2025

Fania Frantika

UIN SUSKA RIAU



IDENTIFIKASI CEMARAN DAGING BABI PADA PRODUK BAKSO MENGGUNAKAN METODE *POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR)* DENGAN PENANDA 16S rRNA

Fania Frantika (12180121846)
Di bawah bimbingan Restu Misrianti dan Irdha Mirdhayati

INTISARI

Bakso merupakan salah satu produk pangan yang populer di Indonesia. Namun, produk ini rentan terhadap pencemaran bahan non halal khususnya daging babi, sehingga menimbulkan keresahan bagi masyarakat muslim. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cemaran daging babi pada produk bakso menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction (PCR)* dengan penanda gen 16S rRNA. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan survei. Sampel bakso diambil secara purposif, dengan total 30 sampel. Ekstraksi DNA dilakukan menggunakan *kit Zymo Research*, kemudian dilakukan pengujian kualitas DNA menggunakan elektroforesis dan kuantitas DNA menggunakan spektrofotometer. Amplifikasi DNA menggunakan teknik *multiplex PCR* dengan primer spesifik gen 16S rRNA. Parameter penelitian meliputi pengujian kualitas dan kuantitas DNA hasil ekstraksi serta keberhasilan amplifikasi PCR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi DNA dari 30 sampel bakso yang diuji berkisar antara 21,180 hingga 235,403 ng/μL, dengan rasio kemurnian DNA antara 1,46 hingga 2,49, hasil PCR dengan penanda gen 16S rRNA, dari 30 sampel bakso yang diuji, tidak ditemukan adanya cemaran DNA daging babi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa metode PCR dengan penanda gen 16S rRNA terbukti efektif untuk mendeteksi keberadaan DNA babi dan dapat digunakan sebagai alat verifikasi kehalalan produk bakso.

Kata kunci: *bakso, daging babi, PCR, 16S rRNA, kehalalan pangan, DNA*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

IDENTIFICATION OF PORK CONTAMINATION IN MEATBALL PRODUCTS USING THE POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR) METHOD WITH 16S rRNA MARKER

Fania Frantika (12180121846)
Under the guidance of Restu Misrianti and Irdha Mirdhayati

ABSTRACT

Meatballs are one of the most popular food products in Indonesia. However, they are susceptible to contamination by non-halal substances, particularly pork, which raises concerns among Muslim communities. This study aimed to identify pork contamination in meatball products using the Polymerase Chain Reaction (PCR) method with a 16S rRNA gene marker. The research employed an experimental procedure and a survey. Samples were purposively collected, with a total of 30 meatball samples. DNA Extraction was carried out using the Zymo Research DNA extraction kit. DNA quality was tested using gel electrophoresis, while DNA quantity was measured using a spectrophotometer. DNA amplification was conducted using the multiplex PCR technique with a specific primer targeting the 16S rRNA gene. The research parameters included the assessment of the quality and quantity of extracted DNA, as well as the success of PCR amplification. The research results showed that the DNA concentration of the 30 meatballs tested ranged from 21.180 to 235.403 ng/μL, with DNA purity ratios ranging from 1.46 to 2.49. PCR analysis using the 16S rRNA gene marker revealed that no pork DNA contamination was detected in any of the 30 meatballs. This study concludes that the PCR method with a 16S rRNA gene marker is proven to be effective in detecting the presence of pork DNA and can be used as a verification tool for the halal status of meatball products.

Keywords: meatball, pork, PCR, 16S rRNA, halal food, DNA

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
INTISARI	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR SINGKATAN.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	4
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bakso	5
2.2 Daging Babi dan Hukumnya Dalam Islam	5
2.3 <i>Deoxyriboucleic Acid (DNA)</i>	6
2.4 <i>Polymerase Chain Reaction (PCR)</i>	9
III. MATERI DAN METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.5 Parameter Penelitian	22
3.6 Analisis Data	23
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Desain Primer	24
4.2 Kualitas dan Kuantitas DNA	25
4.3 Deteksi Cemaran Daging Babi Pada Produk Bakso	28
V. PENUTUP	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Susunan gen dari organisasi genom mitokondria	8
2.2 Komponen dan tahapan PCR	10
3.1 Pelaksanaan penelitian	15
3.2 Bakso kontrol babi 100%	16
3.3 Bakso kontrol sapi 100%	16
3.4 Bakso kontrol ayam 100%	16
3.5 Pengambilan sampel bakso	17
4.1 Runutan sekuens <i>Bos indicus</i>	24
4.2 Runutan sekuens <i>Gallus gallus</i>	25
4.3 Runutan sekuens <i>Sus scrofa</i>	25
4.4 Hasil uji kualitatif DNA	25
4.5 Ukuran fragmen hasil amplifikasi DNA	29
4.6 Hasil visualisasi PCR	30

DAFTAR TABEL

Daftar	Halaman
3.1 Tempat pembelian sampel bakso	16
3.2 Susunan primer yang digunakan pada penelitian.....	20
4.1 Hasil kuantitas DNA	27
4.2 Hasil amplifikasi DNA	31



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR SINGKATAN

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
DNA
JPH
MUI
PCR
SNI
TAE
UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Deoxyribonucleic Acid
Jaminan Produk Halal
Majelis Ulama Indonesia
Polymerase Chain Reaction
Standar Nasional Indonesia
Tris Acetate EDTA





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi penelitian	39
2. Tampilan <i>website</i> NCBI perancangan primer	42

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pangan merupakan sektor yang sangat penting dalam kehidupan manusia karena berperan dalam penyediaan makanan yang aman, sehat, dan berkualitas. Salah satu produk pangan yang populer adalah bakso. Bakso adalah makanan yang disukai di banyak negara, termasuk Indonesia. Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk Muslim terbesar di dunia. Pada pertengahan tahun 2024, jumlah penduduk Indonesia diperkirakan mencapai 281,6 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2024), dengan sekitar 87,2% atau sekitar 245,5 juta jiwa di antaranya beragama Islam (Kementerian Agama Republik Indonesia, 2024). Kondisi ini menjadikan Indonesia sebagai pasar potensial dalam penyediaan produk halal, yang juga memengaruhi gaya hidup masyarakat dalam memilih produk. Undang-Undang No. 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal (UU JPH) menjadi dasar hukum yang melindungi konsumen dalam memilih produk halal. Pasal 25 UU JPH mengharuskan pelaku usaha yang telah memperoleh sertifikat halal untuk mencantumkan label halal pada produk bersertifikat. Oleh karena itu, semua produk yang telah mendapatkan fatwa halal dari MUI (Majelis Ulama Indonesia) diwajibkan menampilkan logo halal pada kemasannya.

Salah satu produk yang rentan terhadap pencemaran dengan bahan non-halal adalah bakso. Bakso adalah makanan yang terbuat dari daging yang dihaluskan dan dicampur dengan tepung, bumbu, serta rempah-rempah. Daging sapi adalah bahan utama yang paling umum dan disukai oleh masyarakat. Namun, ada beberapa pedagang bakso yang mencampurkan daging sapi dengan daging babi untuk meningkatkan keuntungan penjualannya (Zilhadia dkk., 2020). Harga daging sapi yang relatif tinggi menjadi faktor utama pedagang bakso menggunakan daging babi yang harganya lebih murah sebagai campuran agar biaya produksi lebih rendah (Lessy dkk., 2021). Maraknya pencampuran bahan non-halal seperti daging babi dalam produk olahan makanan seperti bakso sapi telah meresahkan masyarakat, terutama bagi penganut agama Islam (Wahyuni dkk., 2019).

Pada penelitian Irwandi dkk. (2020), diketahui 2 dari 3 merek bakso yang dijual di Kota Padang teridentifikasi mengandung DNA babi. Begitu juga di Pasar

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tambun Bekasi dimana ditemukan bakso yang teridentifikasi mengandung cemaran babi (Hidayati dkk. 2019). Kasus lainnya juga pernah terjadi di Kota Pekanbaru pada tahun 2017, di mana ditemukan bakso yang mengandung daging babi di salah satu gerai bakso. Hal ini dibuktikan melalui hasil pengujian yang dilakukan oleh Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan (BBPOM) Pekanbaru dengan nomor kode sampel 147/TPS/I/PBB/V/2017, yang kemudian dilaporkan kepada Dinas Kesehatan (Diskes) Kota Pekanbaru (Dagen, 2017). Penelitian Indriani dkk. (2024) menegaskan pentingnya pengawasan halal karena meskipun semua sampel bakso keliling di Kota Bekasi negatif dari cemaran babi, seluruh rumah potong hewan pemasok daging belum memiliki sertifikat halal. Kondisi ini menunjukkan bahwa risiko kontaminasi tetap ada jika tidak disertai dengan pemenuhan standar halal secara menyeluruh dalam rantai pasok. Temuan ini menunjukkan pentingnya pengawasan ketat terhadap peredaran produk daging guna menjamin keamanan, kualitas, dan kehalalan pangan yang dikonsumsi masyarakat.

Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang handal dan akurat dengan sensitivitas tinggi untuk secara spesifik mendeteksi kontaminasi daging babi. Salah satu metode yang terkenal sangat efektif, cepat, dan mudah digunakan untuk menentukan spesies asal pangan adalah *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Teknik PCR ini dapat diterapkan meskipun hanya menggunakan sampel yang sedikit atau berukuran sangat kecil. (Aminah dkk., 2019). Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) merupakan teknik molekuler yang digunakan untuk memperbanyak segmen DNA spesifik secara *in vitro*. Prinsip dasar PCR adalah sekuen DNA spesifik diamplifikasi menjadi 2^n salinan, di mana n menunjukkan jumlah siklus, sehingga jumlah salinan terus berlipat ganda (Zuraeda, 2018). Umumnya, identifikasi molekuler spesies dilakukan dengan memanfaatkan DNA dari organisme yang bersangkutan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan mtDNA (DNA mitokondria) sebagai alat untuk identifikasi molekuler semakin populer. Efektivitas mtDNA dalam identifikasi molekuler mulai dikenal sejak akhir tahun 1970-an hingga 1980-an (Muthiadin dkk., 2018).

Dalam deteksi pangan, beberapa jenis mtDNA yang bisa digunakan untuk identifikasi spesies meliputi gen *cytochrome b* (*Cyt b*), *cytochrome c oxidase I*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

(COI), 12S rRNA, 16S rRNA, dan daerah D-loop. Gen-gen ini memiliki variasi yang cukup besar antarspesies, sehingga efektif untuk mendeteksi jenis hewan dalam produk olahan. Salah satu gen yang sering digunakan untuk mengidentifikasi jenis hewan atau daging adalah gen *cytochrome b (cyt b)* adanya variasi urutan membuat gen ini efektif untuk membedakan berbagai jenis hewan (Indrianti, 2021). *cytochrome c oxidase I (COI)* lebih umum untuk ikan dalam makanan laut. Daerah D-loop, yang memiliki variasi tinggi, sering digunakan untuk melacak asal-usul hewan.

Gen 16S rRNA sering digunakan dalam berbagai bidang penelitian karena kecepatan, akurasi, dan kemudahannya dalam identifikasi (Akihary dan Kolondam, 2020). Penelitian oleh Kolondam (2022) menemukan bahwa gen ini memiliki variasi yang baik untuk membedakan spesies. Penelitian lain oleh Kasi dkk. (2019) menunjukkan bahwa Gen 16S rRNA sangat akurat dalam menentukan taksonomi suatu bakteri dan memiliki urutan basa sepanjang 1500-1550 pasang basa.serta beberapa wilayah dengan urutan basa yang relatif stabil (konservatif), sementara wilayah lainnya bersifat variatif. Menurut Widayadnyana dkk. (2015), gen 16S rRNA dapat menunjukkan kemiripan antar spesies bakteri. Gen 16S RNA sering digunakan untuk identifikasi bakteri, namun, sejauh ini belum ada laporan mengenai penggunaan gen 16S rRNA untuk mendeteksi DNA pada produk bakso. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan gen 16S rRNA sebagai primer dalam metode PCR untuk mengeksplorasi kemampuannya lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk memastikan keamanan dan kehalalan produk bakso yang banyak dikonsumsi masyarakat. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan cara yang efektif untuk menjaga kualitas dan keamanan produk bakso, sehingga konsumen dapat merasa lebih tenang saat mengonsumsinya.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cemaran daging babi pada produk bakso menggunakan metode Polymerase Chain Reaction (PCR) dengan penanda gen 16S rRNA.

1.3 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan refensi bagi metode deteksi pencampuran daging babi pada produk bakso.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah gen 16S rRNA dapat digunakan sebagai penanda spesifik dalam mendekripsi keberadaan cemaran daging babi pada produk bakso.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bakso

Bakso merupakan salah satu makanan yang disukai di beberapa negara tertentu di Eropa, Asia, termasuk di Indonesia. Bakso dibuat dengan bahan dasar daging yang dihaluskan dicampur dengan tepung, bumbu dan rempah. Bakso adalah produk olahan daging giling yang dicampur dengan tepung dan bumbu-bumbu serta bahan lain yang dihaluskan, kemudian dibentuk bulatan-bulatan dan kemudian direbus hingga matang. Istilah bakso yang biasanya diikuti dengan nama jenis dagingnya, seperti bakso ikan, bakso udang, bakso ayam, bakso sapi, bakso kelinci, bakso kerbau, dan bakso kambing atau domba (Pratiwi dkk., 2020).

Daging yang paling umum digunakan dan disukai masyarakat adalah daging sapi (Zilhadia dkk., 2020). Namun, bakso daging sapi mudah mengalami kerusakan dikarenakan kandungan proteinnya yang tinggi, kandungan air, dan pH yang baik untuk pertumbuhan bakteri pembusuk. Hal ini menyebabkan penurunan kualitas bakso daging sapi (Anggraini, 2022). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia-SNI 01-3818-2014 bakso memiliki kandungan kadar air 70%, kandungan lemak maksimum 10%, kandungan protein minimum 11%, kadar abu maksimum 3% dan tanpa bahan pengawet dalam produknya.

Bakso daging merupakan produk olahan yang berasal dari daging ternak, seperti daging sapi, kerbau, kambing, domba, babi, dan unggas, yang dicampur dengan tepung atau pati, bumbu, dan bahan tambahan pangan yang diizinkan, serta dibentuk bulat atau bentuk lainnya, lalu dimatangkan (Tiven dkk., 2023). Bakso dikenal dengan teksturnya yang kenyal dan rasanya yang gurih. Produk ini biasanya dimasak dengan cara direbus dan disajikan dengan kuah, mi, serta pelengkap lainnya seperti tahu, siomay, dan sayuran (Qalbi, 2021).

2.2 Daging Babi dan Hukumnya Dalam Islam

Ternak babi adalah jenis ternak yang mampu menghasilkan daging dalam kurun waktu yang relatif singkat. Ternak babi tergolong dalam ternak monogastrik dimana memiliki kemampuan dalam mengubah bahan makanan secara efisien apabila ditunjang dengan kualitas ransum yang dikonsumsinya (Sinulingga dkk., 2020). Selain kemampuan ternak babi dalam mengkonversi pakan menjadi daging

yang cepat, ternak babi juga merupakan ternak yang prolifik yaitu mampu melahirkan anak 10-14 ekor dalam satu periode melahirkan (Sihombing, 1997).

Daging babi merupakan salah satu jenis daging yang paling banyak dikonsumsi di dunia. Namun, bagi umat Muslim, konsumsi daging babi adalah haram atau dilarang. Ini berdasarkan aturan-aturan dalam hukum Islam yang mengharamkan konsumsi babi karena berbagai alasan yang meliputi kesehatan, moral, dan ketaatan kepada perintah Allah. Hukum Islam secara tegas melarang konsumsi daging babi. Larangan ini tertuang dalam Al-Qur'an pada beberapa ayat, seperti dalam Surah Al-Baqarah ayat 173, yang menyatakan: "Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan hewan yang disembelih dengan menyebut nama selain Allah." Larangan ini juga dikuatkan dalam hadits-hadits Nabi Muhammad SAW. Dalam hadits yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari dan Imam Muslim, disebutkan bahwa Rasulullah SAW bersabda: "Daging babi haram, bangkai haram, dan darah haram." (HR. Bukhari no. 5528, Muslim no. 1934).

Larangan ini diimplementasikan secara ketat dalam kehidupan sehari-hari umat Muslim. Produk-produk makanan di negara-negara mayoritas Muslim sering kali harus melalui proses sertifikasi halal untuk memastikan tidak ada kandungan daging babi. Penerapan sistem sertifikasi halal membantu menjaga kepercayaan konsumen muslim terhadap produk makanan yang mereka konsumsi (Fatimah dkk., 2020).

2.3 Deoxyribonucleic Acid (DNA)

DNA adalah materi genetik yang ditemukan di semua organisme hidup, mulai dari bakteri uniseluler hingga mamalia multiseluler. Molekul DNA tetap berada di dalam nukleus dan tidak langsung berinteraksi dengan bagian lain dari sel sebaliknya, ia berkomunikasi melalui RNA sebagai perantara (Syukri dkk., 2022). DNA memiliki struktur heliks ganda yang bersifat antiparalel, terdiri dari beberapa komponen, yaitu gula pentosa (deoksiribosa), gugus fosfat, dan pasangan basa. Pasangan basa dalam DNA terdiri dari dua kategori, yaitu basa purin dan pirimidin. (Faatih., 2009). Secara umum, peran DNA dalam sel adalah sebagai bahan genetik, dengan kata lain, DNA menyimpan informasi penting yang mengarahkan semua aktivitas seluler. Hal ini berlaku untuk semua organisme (Dewanata dkk., 2021)

2.3.1 Isolasi DNA

Isolasi DNA adalah proses pemisahan molekul DNA dari komponen seluler lainnya. Terdapat dua prinsip utama dalam isolasi DNA, yaitu sentrifugasi dan presipitasi. Prinsip sentrifugasi bekerja berdasarkan gaya sentrifugal dan perbedaan berat molekul, sedangkan presipitasi berfungsi untuk mengendapkan DNA agar terpisah dari komponen sel lainnya. Secara umum, tahapan dalam proses isolasi DNA meliputi sentrifugasi, inkubasi, presipitasi, elusi, pencucian, dan pengeringan (Octavia dkk., 2021). Tahapan utama dalam proses isolasi DNA yaitu persiapan sampel, disosiasi jaringan, lisis jaringan, pengikatan DNA atau DNA *binding*, pencucian DNA, serta elusi DNA (Sari dkk., 2014).

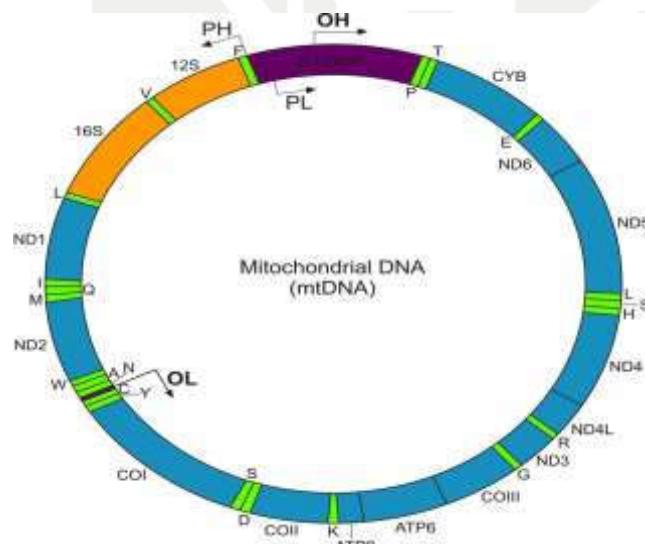
Isolasi DNA dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu menggunakan kit atau secara konvensional. Metode konvensional atau manual biasanya memerlukan persiapan alat dan bahan yang lebih kompleks dan memakan waktu, serta hasil isolasi sangat tergantung pada jenis sampel yang digunakan. Meskipun demikian, metode ini memiliki keuntungan dari segi biaya yang relatif lebih murah. Di sisi lain, penggunaan *kit* isolasi DNA lebih praktis karena sudah dilengkapi dengan larutan isolasi yang siap pakai dalam satu paket, sehingga dapat menghemat waktu kerja, meskipun harganya cenderung lebih mahal (Sari dkk., 2014).

Isolasi DNA genom adalah langkah awal yang sangat krusial dalam penelitian genetika dan molekuler pada suatu spesies. Proses ini memerlukan persiapan sampel yang teliti untuk memperoleh DNA berkualitas tinggi, yang akan digunakan dalam berbagai analisis molekuler serta manipulasi genetik. Setiap sampel memerlukan optimasi khusus untuk mendapatkan DNA yang baik dalam jumlah yang cukup. Tahapan dalam isolasi atau pengambilan DNA dari organisme hidup meliputi penghancuran sel, penghilangan RNA dan protein, serta pemurnian dan pengendapan DNA (Wasdili dkk., 2022). Keberadaan DNA dalam suatu organisme dapat diidentifikasi dengan dua pendekatan yaitu secara kualitatif menggunakan elektroforesis gel agarosa, dan secara kuantitatif melalui metode spektrofotometri. Analisis kuantitatif DNA bertujuan untuk mengukur jumlah DNA dalam sampel, khususnya dalam larutan yang diketahui mengandung DNA plasmid, setelah melalui pengujian kualitatif sebelumnya (Sinaga, 2010).

2.3.2 DNA Mitokondria

Mitokondria adalah organel sel yang bertanggung jawab untuk reaksi dalam siklus asam trikarboksilat, pemindahan elektron dan metabolisme energi di dalam sel. Fungsi utama dari mitokondria adalah penghasil energi melalui proses fosforilasi oksidatif yang menghasilkan produk sampingan radikal oksigen yaitu *reactive oxygen species* (ROS). Mitokondria mempunyai suatu material genetik tersendiri yang disebut *mitochondrial genome* (mtDNA) (Aripin, 2019).

DNA mitokondria (mtDNA), sebagai sumber informasi genetik berdasarkan pewarisan maternal, telah digunakan secara luas dalam studi genetika populasi dan keanekaragaman hayati karena memungkinkan masukan penting untuk analisis filogenetik, biologi evolusioner, mengidentifikasi daerah domestikasi, pewarisan maternal, dan asal-usul geografis ternak. DNA mitokondria terdiri dari daerah loop perpindahan (D-loop) dan 37 gen (13 bagian protein (polipeptida), 22 bagian transfer RNA (tRNA), dan dua bagian (kecil (12S) dan besar (16S)) ribosomal RNA (rRNA). Selain gen mtDNA D-loop dan cyt b, gen 16S rRNA yang terletak di mtDNA juga dapat berfungsi sebagai penanda genetik untuk mendeteksi keragaman genetik hewan dan studi filogenetik (Misrianti *et al.*, 2022). Susunan genom mitokondria disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Susunan gen dari organisasi genom mitokondria

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.4 Polymerase Chain Reaction (PCR)

2.4.1 Pengertian Polymerase Chain Reaction (PCR)

Polymerase Chain Reaction (PCR) merupakan suatu teknik untuk menggandakan molekul DNA dengan cara mensintesis molekul DNA baru yang merupakan pasangan DNA tersebut (Karimah dkk., 2021). Penggandaan ini dilakukan dengan bantuan *enzyme polymerase* secara *in vitro*. Target dalam PCR adalah DNA yang diekstraksi dari sel dan selanjutnya menjadi untai tunggal melalui mekanisme perubahan suhu. Umumnya PCR dilakukan dengan menggunakan sepasang primer atau penanda untuk mencetak molekul DNA baru. Seiring dengan berkembangnya teknologi PCR, berbagai modifikasi teknik telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas amplifikasi DNA. Salah satu bentuk pengembangan tersebut adalah *Multiplex PCR*. *Multiplex PCR* adalah teknik PCR yang menggunakan beberapa primer dalam satu reaksi untuk memperkuat beberapa daerah target secara bersamaan (Indrianti, 2021).

2.4.2 Prinsip Umum Polymerase Chain Reaction (PCR)

PCR (*Polymerase Chain Reaction*) adalah teknik amplifikasi DNA yang melibatkan tiga langkah utama: denaturasi, annealing, dan ekstensi. Pada tahap denaturasi, untai DNA dipisahkan menjadi dua helai. Primer kemudian anneal atau menempel pada urutan komplementer di DNA target. Selanjutnya, DNA polymerase memperpanjang primer, mensintesis untai DNA baru. Proses ini diulang berkali-kali untuk menghasilkan salinan DNA dalam jumlah besar secara eksponensial. PCR memungkinkan deteksi dan amplifikasi sekuen DNA spesifik dalam waktu singkat, seringkali menghasilkan lebih dari satu miliar molekul DNA dalam waktu kurang dari 2 jam (Kusnadi dan Arumingtyas, 2020).

2.4.3 Komponen dan Tahapan PCR

PCR dalam pelaksanaannya diperlukan sejumlah komponen penting yang berfungsi untuk memastikan proses amplifikasi berjalan optimal. Selain itu, tahapan PCR harus dilakukan secara berurutan dan pada suhu yang tepat untuk mendapatkan hasil yang spesifik dan efisien. Adapun komponen dan tahapan PCR secara umum bisa dilihat pada Gambar 2.2.

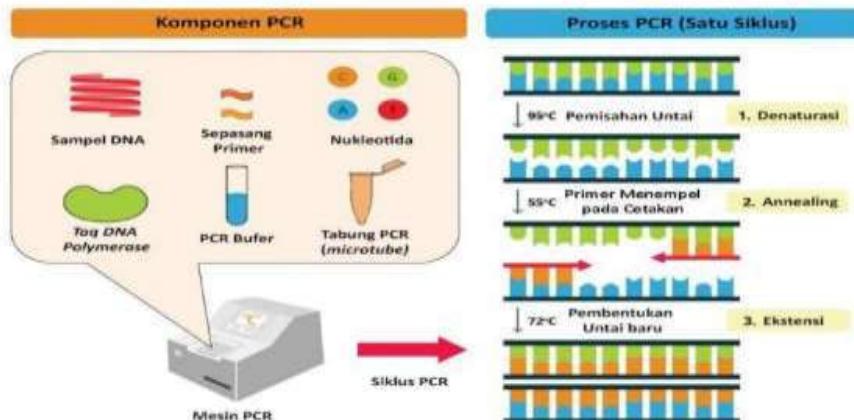
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak meugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 Komponen dan Tahapan PCR

Menurut Yusuf, (2010) proses PCR (*Polymerase Chain Reaction*) melibatkan beberapa komponen utama sebagai berikut:

- DNA cetakan: Ini adalah fragmen DNA yang akan dilipatgandakan. Jumlah ideal DNA cetakan berkisar antara 105 hingga 106 molekul. Dua faktor penting yang harus diperhatikan adalah kemurnian dan kuantitasnya.
- Oligonukleotida primer: Merupakan sekuen pendek (18–28 basa nukleotida) yang berfungsi untuk memulai sintesis rantai DNA. Primer ini sebaiknya memiliki kandungan G + C sekitar 50–60%.
- Deoksiribonukleotida trifosfat (dNTP): Terdiri dari empat jenis: dATP, dCTP, dGTP, dan dTTP. dNTP berperan dalam mengikat ion Mg²⁺ yang diperlukan untuk meningkatkan konsentrasi ion dalam reaksi polimerasi.
- Enzim DNA Polimerase: Enzim ini bertanggung jawab untuk katalisis reaksi sintesis DNA. Enzim ini didapatkan dari *Eubacterium* yang disebut *Thermus aquaticus*, yang diisolasi dari taman Yellowstone pada tahun 1969. Enzim ini memiliki ketahanan terhadap pemanasan berulang, yang membantu memperbaiki ikatan primer yang tidak tepat serta meluruskan wilayah dengan struktur sekunder.
- Senyawa buffer yang merupakan komponen pendukung. Larutan buffer PCR biasanya mengandung 10–50 mM Tris-HCl pH 8,3–8,8 (suhu 20°C), 50 mM KCl, dan komponen lainnya seperti 0,1% gelatin atau BSA (*Bovine Serum Albumin*), serta 0,01% Tween 20 atau bisa diganti 0,1% Triton X-100. Selain itu, juga diperlukan penambahan 1,5 mM MgCl₂ untuk mendukung reaksi.

Proses PCR terdiri dari tiga tahap suhu berurutan: pertama, denaturasi DNA cetakan pada suhu 94–95°C untuk memisahkan untai ganda DNA menjadi untai tunggal. Kedua, tahap *annealing*, yaitu penempelan primer pada DNA target yang terjadi pada suhu sekitar 50–60°C. Ketiga, tahap pemanjangan, di mana enzim DNA polimerase memperpanjang rantai DNA pada suhu 72°C (Setyawati dan Zubaidah, 2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi optimalisasi amplifikasi DNA pada reaksi PCR adalah suhu penempelan (*annealing*) primer, kecocokan primer, konsentrasi enzim polimerase, jumlah siklus amplifikasi serta faktor teknis, dan non teknis lainnya seperti kontaminasi (Sembiring dkk, 2023).

Ada tiga tahapan penting dalam proses PCR yang selalu terulang dalam 30-40 siklus dan berlangsung dengan cepat (Yusuf, 2010).

1. Denaturasi. Denaturasi DNA merupakan proses pembukaan DNA untai ganda menjadi DNA untai Tunggal. Pada tahap awal PCR, denaturasi DNA dilakukan sebelum enzim *Taq polimerase* dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Proses ini melibatkan pemisahan untaian ganda DNA menjadi untaian tunggal yang memakan waktu sekitar 3 menit untuk memastikan semua DNA terpisah sempurna. Denaturasi yang tidak sempurna dapat menyebabkan untai DNA kembali bersatu (renaturasi), yang mengganggu proses PCR. Namun, waktu denaturasi yang terlalu lama dapat mengurangi aktivitas *Taq polimerase*, yang memiliki waktu paruh tergantung pada suhu, yakni 2 jam pada 92,5°C, 40 menit pada 95°C, dan 5 menit pada 97,5°C.

2. *Annealing* (Penempelan Primer): Primer yang baik dalam PCR biasanya berukuran 18–25 basa dan memiliki kandungan G+C sekitar 50–60%, serta sebaiknya primer *forward* dan *reverse* memiliki komposisi yang mirip. Sekuen dalam primer sebaiknya tidak saling berkomplemen untuk mencegah terbentuknya struktur sekunder yang dapat mengurangi efisiensi PCR. Waktu yang dibutuhkan untuk tahap biasanya 30–45 detik, dan suhu yang digunakan berkisar antara 36°C hingga 72°C, meskipun suhu paling umum berkisar antara 50°C hingga 60°C.

3. Pemanjangan Primer (Ekstensi): Pada tahap ekstensi, enzim *Taq polymerase* mulai memperpanjang primer DNA dari ujung 3'. Kecepatan penambahan nukleotida oleh enzim ini pada suhu 72°C berkisar antara 35 hingga 100

nukleotida per detik, tergantung pada kondisi *buffer*, pH, konsentrasi garam, dan molekul DNA target. Untuk produk PCR dengan panjang 2000 pasangan basa, waktu 1 menit cukup untuk tahap ekstensi ini. Pada siklus terakhir PCR, tahap ekstensi biasanya diperpanjang hingga 5 menit untuk memastikan semua produk PCR terbentuk sebagai DNA untai ganda.

2.4.4 Kelebihan *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

Menurut Kusnadi dan Arumingtyas, (2020) PCR memiliki tiga kelebihan utama yaitu sebagai berikut.

1. Cepat dan mudah digunakan : Proses PCR cepat, dengan satu siklus reaksi membutuhkan waktu sekitar 30 siklus dalam beberapa jam. Ini jauh lebih cepat dibandingkan metode kloning DNA berbasis sel yang membutuhkan waktu berminggu-minggu.
2. Sensitif : PCR dapat mendeteksi dan mengamplifikasi sekuens DNA target dalam jumlah yang sangat kecil, sehingga sangat sensitif untuk aplikasi forensik, diagnosis penyakit, dan penelitian molekuler lainnya.
3. Kemampuan tinggi mengamplifikasi DNA: PCR dapat mengamplifikasi DNA dari berbagai sumber, termasuk DNA yang telah rusak atau terdegradasi, membuatnya cocok untuk berbagai bidang penelitian seperti antropologi, paleontologi, dan arkeologi.

2.4.5 Kekurangan *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

PCR memiliki beberapa kekurangan, antara lain kesulitan dalam amplifikasi selektif karena memerlukan informasi awal tentang sekuens target. Amplifikasi tanpa informasi dapat menyebabkan hasil tidak spesifik, terutama pada DNA dengan ukuran besar atau urutan yang bervariasi. Selain itu, produk PCR cenderung lebih kecil dari teori dan jumlahnya menurun seiring bertambahnya siklus, karena keterbatasan enzim dan persaingan primer yang dapat menyebabkan penurunan efisiensi amplifikasi (Kusnadi dan Arumingtyas, 2020).

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

III. MATERI DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau untuk kegiatan ekstraksi DNA dan Laboratorium Teknologi Pasca Panen Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN SUSKA Riau untuk kegiatan pembuatan bakso kontrol. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli – Desember 2024.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini untuk proses ekstraksi DNA yaitu sampel pangan olahan (bakso), aquades dan kit DNA Zymo Research yang terdiri dari air, *Solid Tissue Buffer (Blue)*, *Genomic Binding Buffer*, *DNA Elution Buffer* atau buffer isotonik, *DNA Pre-Wash Buffer*, *g-DNA Wash Buffer*, *DNA Elution Buffer*, *proteinase-K*, etanol. Untuk proses PCR bahan yang digunakan yaitu MyTaq™ HS Red Mix, ddH₂O (*deionized distilled water*), primer spesifik dan templat DNA genom. Bahan yang digunakan untuk proses elektroforesis yaitu agarosa, buffer *Tris Acetate EDTA* (TAE), etidium bromida dan *loading dye*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin *thermal cycler* (GeneAmp® PCR System 9700, Singapura), tabung eppendorf 1,5 ml, vortex, *centrifuge*, tabung *mikrocentrifuge, collection tube* (tabung koleksi), Zymo-Spin™ IIC-XLR *Column*, mikropipet, elektroforesis, gel agarosa, UV transilluminator atau *gel documentation system, hotplate stirrer, spektrofotometer* dan inkubator.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan survei. Metode eksperimen dilakukan dengan menggunakan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dengan penanda gen 16S rRNA yang bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan DNA daging babi dalam produk bakso. Langkah awal dalam metode ini adalah pembuatan kontrol positif berupa bakso yang mengandung daging babi, dan kontrol negatif berupa bakso daging sapi dan ayam yang telah dipastikan bebas dari unsur daging babi, selanjutnya dilakukan proses ekstraksi DNA dari seluruh sampel, dilanjutkan dengan pengujian kualitas dan kuantitas DNA. DNA yang berhasil diekstraksi kemudian diamplifikasi menggunakan teknik PCR dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

primer spesifik gen 16S rRNA babi, dan hasil amplifikasi tersebut divisualisasikan melalui elektroforesis gel agarosa.

Metode survei dilakukan untuk pengambilan sampel. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel sebanyak 30 secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Kriteria tersebut meliputi jenis gerai (gerai bakso besar dan kecil), variasi lokasi geografis, potensi perbedaan sumber daging yang digunakan, serta kemudahan akses. Teknik ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya campuran daging babi dalam bakso, sehingga sampel diambil dari lokasi-lokasi yang dianggap beragam dan berpotensi memiliki komposisi daging yang berbeda.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini mencakup beberapa langkah sistematis. Penelitian diawali dengan persiapan sampel kontrol yang terdiri atas daging babi 100%, bakso daging sapi 100%, dan bakso daging ayam 100%. Peneliti mengumpulkan dan mempersiapkan sampel bakso yang akan diuji. Proses ekstraksi DNA dilakukan untuk memperoleh materi genetik dari masing-masing sampel. Evaluasi kualitas DNA dilakukan menggunakan teknik elektroforesis gel agarosa untuk memastikan keberadaan dan integritas pita DNA, sedangkan pengukuran kuantitas DNA dilakukan dengan spektrofotometer guna menentukan konsentrasi dan kemurnian DNA yang diperoleh. Perancangan primer spesifik dilakukan dengan target pada gen mitokondria daging babi (*Sus scrofa*). Amplifikasi DNA dari sampel dilakukan menggunakan teknik Polymerase Chain Reaction (PCR) dengan primer yang telah dirancang. Visualisasi hasil PCR dilakukan melalui elektroforesis untuk mendeteksi keberadaan pita DNA spesifik sebagai indikator adanya kontaminasi daging babi dalam produk bakso.

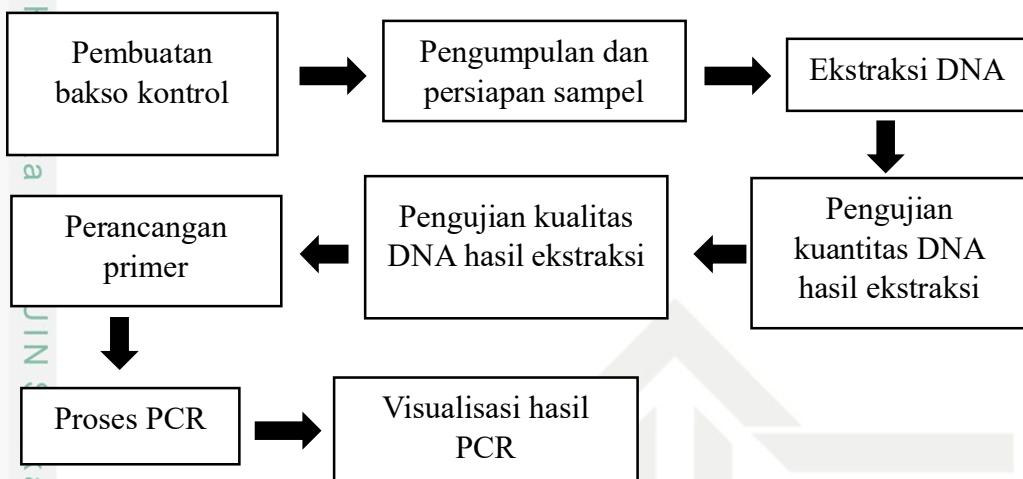
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Bakso Kontrol

Kontrol yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bakso daging babi 100%, bakso daging sapi 100% dan bakso daging ayam 100%. Kontrol ini bertujuan untuk memastikan keakuratan metode PCR dalam mendeteksi cemaran daging babi dalam bakso. Bakso daging babi 100% digunakan sebagai kontrol positif karena dipastikan mengandung DNA target (DNA babi), sehingga keberhasilan amplifikasi menandakan PCR dan primer berfungsi dengan baik. Sebaliknya, bakso daging sapi 100% dan ayam 100% berperan sebagai kontrol negatif, untuk memastikan primer tidak bereaksi terhadap DNA selain babi.

Pembuatan bakso kontrol dilakukan dengan mencampurkan daging segar masing-masing jenis (babi, sapi, dan ayam) sebanyak 100 gram dengan bahan tambahan berupa bawang putih, garam, penyedap rasa, dan tepung tapioka secukupnya. Daging digiling halus menggunakan blender, kemudian dicampur rata dengan bahan tambahan hingga membentuk adonan bakso. Setelah itu, adonan dibentuk bulat menggunakan sendok dan direbus dalam air mendidih hingga matang dan mengapung. Bakso yang telah matang kemudian didinginkan, dikemas dalam plastik steril, dan disimpan dalam freezer sebelum dilakukan ekstraksi DNA. Bakso kontrol 100% daging babi, daging sapi dan daging ayam disajikan pada Gambar 3.2, Gambar 3.3, dan Gambar 3.4 sebagai berikut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 Bakso daging babi 100%



Gambar 3.3 Bakso daging sapi 100%



Gambar 3.4 Bakso daging ayam 100%

3.4.2 Pengumpulan dan Persiapan Sampel Bakso

Penelitian ini dilakukan di Kota Pekanbaru dengan pengambilan sampel bakso yang tersebar di tiga wilayah, yaitu: Zona A, Zona B, dan Zona C. Ketiga wilayah tersebut dipilih karena mewakili keberagaman lokasi geografis, jenis usaha kuliner, serta kemudahan akses. Total sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 sampel yang diperoleh dari gerai bakso berskala besar dan gerai bakso berskala kecil. Pemilihan jumlah ini bertujuan untuk memastikan keterwakilan dari masing-masing jenis gerai dan wilayah, serta cukup untuk memperoleh gambaran awal mengenai kemungkinan adanya cemaran daging babi dalam produk bakso. Tempat pembelian sampel bakso ditampilkan pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Tempat pembelian sampel bakso

No	Sampel	Keterangan
1	1	Bakso Gerai Besar Zona B
2	2	Bakso Gerai Besar Zona C
3	3	Bakso Gerai Besar Zona A
4	4	Bakso Gerai Kecil Zona A
5	5	Bakso Gerai Besar Zona C
6	6	Bakso Gerai Kecil Zona A
7	7	Bakso Gerai Kecil Zona A
8	8	Bakso Gerai Kecil Zona A
9	9	Bakso Gerai Kecil Zona A
10	10	Bakso Gerai Besar Zona B
11	11	Bakso Gerai Besar Zona C
12	12	Bakso Gerai Kecil Zona C
13	13	Bakso Gerai Kecil Zona C
14	14	Bakso Gerai Kecil Zona C
15	15	Bakso Gerai Kecil Zona B
16	16	Bakso Gerai Besar Zona B
17	17	Bakso Gerai Kecil Zona B
18	18	Bakso Gerai Besar Zona B
19	19	Bakso Gerai Besar Zona B
20	20	Bakso Gerai Kecil Zona C
21	21	Bakso Gerai Besar Zona B
22	22	Bakso Gerai Kecil Zona C
23	23	Bakso Gerai Kecil Zona B
24	24	Bakso Gerai Kecil Zona C

Tabel 3.1 Lanjutan

No	Sampel	Keterangan
25	25	Bakso Gerai Besar Zona C
26	26	Bakso Gerai Besar Zona A
27	27	Bakso Gerai Kecil Zona A
28	28	Bakso Gerai Kecil Zona A
29	29	Bakso Gerai Besar Zona A
30	30	Bakso Gerai Kecil Zona B

3.4.3 Ekstraksi DNA

Ekstraksi DNA dilakukan menggunakan *kit Zymo Research* dengan mengikuti protokol ekstraksi yang disediakan produsen dan dimodifikasi. Adapun tahapan ekstraksi DNA adalah sebagai berikut :

1. Sampel bakso sebanyak 15 mg diambil dari satu bakso pada lima titik berbeda, lalu dihancurkan. Pengambilan sampel bakso bisa dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Pengambilan sampel bakso

2. Sampel ditempatkan dalam tabung *mikrocentrifuge*, lalu ditambahkan 95 μl aquades, 95 μl *solid tissue buffer blue* dan 20 μl *proteinase-K*.
3. Sampel dicampurkan atau divortex dengan baik selama 10-15 detik.
4. Sampel diinkubasi dalam tabung pada suhu 55°C selama 1-3 jam atau hingga larut. Sampel dicampurkan dengan baik sebelum dilanjutkan.
5. Sebanyak 200 μl GB *buffer* (penyangga pengikat genom) ditambahkan ke supernatan. Sampel dicampurkan atau di vortex selama 10-15 detik.
6. Sampel yang sudah tercampur dipindahkan ke Zymo-Spin™ IIC-XLR Column dalam *collection tube* (tabung koleksi), lalu dilakukan sentrifugasi pada 10.000 x g selama 1 menit. Alirannya dibuang, dan tabung koleksi diganti.
7. Sebanyak 400 μl DNA *pre-wash* buffer ditambahkan ke *spin column* (kolom putar) dalam *collection tube* baru.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8. Sebanyak 700 μl g-DNA *wash buffer* ditambahkan ke *spin column*, lalu dilakukan sentrifugasi pada $10.000 \times g$ selama 1 menit. Tabung koleksi dikosongkan.
9. Sebanyak 200 μl g-DNA *wash buffer* ditambahkan lagi ke *spin column*, kemudian dilakukan sentrifugasi pada $10.000 \times g$ selama 1 menit. *Collection tube* beserta alirannya dibuang.
10. *Spin column* (kolom putar) dipindahkan ke tabung *mikrocentrifuge* yang bersih. Sebanyak 250 μl DNA *elution* atau air ditambahkan langsung pada matriks. Sampel diinkubasi selama 5 menit pada suhu kamar, lalu dilakukan sentrifugasi pada $10.000 \times g$ selama 1 menit untuk mengelusi DNA. DNA yang dielusi dapat digunakan segera untuk aplikasi molekuler atau disimpan pada suhu $\leq 20^\circ\text{C}$ untuk digunakan di masa mendatang.

3.4.4 Prosedur Analisis

3.4.4.1 Uji Kuantitas DNA

Uji kuantitas DNA dapat dilakukan menggunakan spektrofotometer. Sampel DNA sebanyak $3\mu\text{L}$ dimasukkan ke dalam tabung *eppendorf* 1.5 mL ditambah air destilata sebanyak $597 \mu\text{L}$. Larutan TE (Tris EDTA) digunakan sebagai blangko dengan cara yang sama yaitu sebanyak $3 \mu\text{L}$ larutan TE ditambah air destilata, lalu dimasukkan dalam tabung *eppendorf* 1.5 mL. Sampel dan blangko di *spin down* selama 0.5 menit, kemudian dilakukan pengujian dengan spektrofotometer (Indrianti, 2021). Langkah-langkah pengujian kuantitas DNA menggunakan spektrofotometer adalah sebagai berikut:

- 1) Spektrofotometer dinyalakan dan dibiarkan melakukan pemanasan selama beberapa menit (tergantung jenis alat, biasanya sekitar 10-15 menit).
- 2) Panjang gelombang yang digunakan yaitu 260 nm dan 280 nm.
- 3) Kuvet yang bersih dan bebas dari noda atau goresan diambil.
- 4) Bagian luar kuvet dibersihkan menggunakan tisu bebas serat agar tidak ada kotoran atau sidik jari yang dapat memengaruhi hasil pengukuran.
- 5) Kuvet diisi dengan larutan sampel, dan satu kuvet lain diisi dengan larutan blanko, dengan volume sekitar 2/3 dari kapasitas kuvet.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 6) Kuvet yang berisi sampel dan blanko diletakkan ke dalam spektrofotometer sesuai posisi yang benar (biasanya mengikuti penanda arah pada kuvet).
- 7) Setelah kuvet dimasukkan, hasil yang ditampilkan di layar spektrofotometer diamati, baik dalam bentuk absorbansi maupun transmitansi, tergantung pada pengaturan alat.
- 8) Jika ada beberapa sampel, prosedur pengukuran diulangi untuk setiap sampel, dimulai dari pembersihan kuvet, pengisian dengan sampel baru, hingga pengukuran absorbansi atau transmitansi dilakukan.

Kualitas dan kuantitas DNA pada suatu organisme dapat diketahui dengan menggunakan spektrofotometer. Prinsip kerja dari alat ini adalah iradiasi sinar ultraviolet yang diserap oleh nukleotida dan protein dalam larutan. Iradiasi sinar ultraviolet oleh nukleotida secara maksimal dicapai pada panjang gelombang 260 nm, sedangkan iradiasi sinar ultraviolet maksimal oleh protein dicapai pada panjang gelombang 280 nm (Indrianti, 2021). Penelitian oleh Tataurov *et al.* (2008) menjelaskan bahwa nilai negatif dapat terjadi jika pelarut yang digunakan dalam sampel dan blanko berbeda atau karena terdapat pewarna floresens dalam larutan. Menurut Farmawati dkk, (2015) apabila nilai kemurnian yang diperoleh dibawah 1.8 menunjukkan bahwa DNA masih terdapat kontaminan berupa protein dan polisakarida. Sedangkan jika nilainya diatas 2.0 menunjukkan bahwa DNA masih terkontaminasi fenol. Hal ini dikarenakan fenol memiliki serapan maksimal pada panjang gelombang 260 nm. Molekul DNA dikatakan murni jika nilai rasio A₂₆₀/A₂₈₀ adalah sebesar 1.8 – 2.0 (Indrianti, 2021).

3.4.4.2 Uji Kualitas DNA

Uji kualitas DNA dilakukan menggunakan elektroforesis (Durrahni, 2019). Langkah-langkah pengujian kualitas DNA menggunakan elektroforesis adalah sebagai berikut:

1. Siapkan gel agarosa dengan konsentrasi 2,5%, dengan memanaskan campuran agarosa dan buffer TAE hingga larut sepenuhnya.
2. Setelah larutan agarosa mendingin, tambahkan etidium bromida. Tuangkan larutan tersebut ke dalam cetakan gel dan biarkan hingga mengeras.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
3. Setelah gel siap, tempatkan gel ke dalam alat elektroforesis dan rendam dalam buffer TAE 1x.
4. Produk DNA sebanyak 5 μ L dicampur dengan 1 μ L *loading dye*, kemudian larutan ini dimasukkan ke dalam sumur-sumur yang tersedia di gel agarosa. Pastikan juga untuk memasukkan DNA *marker* ke dalam salah satu sumur sebagai referensi ukuran.
5. Lakukan elektroforesis pada tegangan 100 volt selama sekitar 40 menit, hingga produk PCR berpindah dari kutub negatif ke kutub positif.
6. Setelah elektroforesis selesai, gel diletakkan di atas perangkat dokumentasi gel untuk divisualisasikan dan didokumentasikan hasilnya.

3.4.4.3 Perancangan Primer

DNA genom yang diekstraksi, digunakan sebagai cetakan DNA. Primer spesifik dirancang untuk mengamplifikasi sekuen 16SrRNA mtDNA. Primer yang digunakan dalam amplifikasi fragmen DNA spesifik yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.2 Susunan Primer yang digunakan pada penelitian.

Nama Primer		Runutan Basa
Ayam	Forward	5'-GACTTGTATGAATGGC-3'
	Reverse	5'-ACCTTACAACCTTACACA-3'
Babi	Forward	5'-GACTTGTATGAATGGC-3'
	Reverse	5'-TGACCTCGGAGTACAA-3'
Sapi	Forward	5'-GACTTGTATGAATGGC-3'
	Reverse	5'-TGGATCAGGACATCCTGAT-3'

Tabel 3.2 menunjukkan urutan primer forward dan reverse yang digunakan untuk amplifikasi DNA dari tiga jenis sampel, yaitu ayam, babi, dan sapi. Primer ini dirancang secara spesifik untuk menargetkan sekuens gen mitokondria (mtDNA) 16S rRNA guna mengidentifikasi keberadaan DNA spesies tertentu dalam sampel bakso. Setiap spesies memiliki pasangan primer unik yang berfungsi untuk memastikan hasil amplifikasi yang spesifik dan akurat. Primer *forward* diperoleh melalui hasil penyelarasan Primer *forward* berikatan pada ujung DNA 5'-fosfat yang memiliki urutan komplemen dengan cetakan DNA, sedangkan primer *reverse* berikatan pada ujung antisense DNA di bagian 3'-OH (Sambrook dan Russel, 2001; Yuwono, 2006)

3.4.4.4 Polimerase Chain Reaction (PCR) dan Genotyping

PCR dilakukan menggunakan mesin *thermal cycler* (GeneAmp® PCR System 9700, Singapura). Total volume reaksi dalam *mikrotube* adalah 25 μL yang terdiri dari 12,5 μL MyTaq™ HS Red Mix (Bioline, London, UK), 1 μL templat DNA genom (10 ng/ μL), 1 μL primer maju, 1 μL masing-masing primer terbalik, dan ddH₂O disesuaikan hingga mencapai volume total 25 μL . *Simplex*-PCR hanya berisi satu pasangan primer, *duplex*-PCR berisi dua pasangan primer (*bovine* primer dan spesies primer lainnya), dan *multiplex*-PCR berisi semua pasangan primer (Misrianti *et al.*, 2022).

Konsentrasi masing-masing primer dalam reaksi adalah 10 μM . Reaksi PCR diawali dengan denaturasi awal pada suhu 95°C selama 3 menit dan dilanjutkan dengan 30 siklus denaturasi pada suhu 95°C selama 15 detik, *annealing* pada suhu 64°C selama 30 detik, kemudian ekstensi pada suhu 72°C selama 30 detik. . Proses PCR diselesaikan dengan ekstensi akhir pada suhu 72°C selama 3 menit. Terakhir, produk PCR dielektroforesis menggunakan gel agarosa 2% pada tegangan 100 Volt selama 30 menit. Hasil elektroforesis divisualisasikan menggunakan mesin dokumen gel (Gel Doc™ XR+, Bio-Rad, Hercules, CA, USA). Marker penanda 100 bp digunakan sebagai ukuran standar pita DNA (Misrianti *et al.*, 2022).

3.4.4.5 Visualisasi hasil PCR menggunakan elektroforesis

Elektroforesis adalah metode pemisahan yang menggunakan medan listrik yang dihasilkan oleh elektroda untuk berinteraksi dengan muatan dalam bentuk kation atau anion. Selama proses ini, keasaman sampel dipertahankan dengan menggunakan media seperti gel agarosa yang dicampur dengan larutan *buffer*. Kecepatan pergerakan molekul dalam gel dipengaruhi oleh bentuk molekul dan rasio muatan terhadap massanya. Teknik ini sangat berguna dalam penelitian genetika, khususnya untuk menganalisis DNA, RNA, atau protein (Harahap 2018). Langkah-langkah elektroforesis dan visualisasi hasil PCR sebagai berikut:

1. Siapkan gel agarosa dengan konsentrasi 2,5%, dengan memanaskan campuran agarosa dan buffer TAE hingga larut sepenuhnya.
2. Setelah larutan agarosa mendingin, tambahkan etidium bromida untuk visualisasi DNA. Tuangkan larutan tersebut ke dalam cetakan gel dan biarkan hingga mengeras.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- © Hak cipta milik UIN Suska Riau
- State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
3. Setelah gel siap, tempatkan gel ke dalam alat elektroforesis dan rendam dalam buffer TAE 1x.
 4. Produk PCR sebanyak 5 μ L dicampur dengan 1 μ L *loading dye*, kemudian larutan ini dimasukkan ke dalam sumur-sumur yang tersedia di gel agarosa. Pastikan juga untuk memasukkan DNA marker ke dalam salah satu sumur sebagai referensi ukuran.
 5. Lakukan elektroforesis pada tegangan 80 volt selama sekitar 40 menit, hingga produk PCR berpindah dari kutub negatif ke kutub positif.
 6. Setelah elektroforesis selesai, gel diletakkan di atas perangkat dokumentasi gel untuk divisualisasikan dan didokumentasikan hasilnya.

Proses ini memisahkan produk PCR berdasarkan ukuran fragmen DNA dan memungkinkan visualisasi hasil amplifikasi.

3.5 Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini, beberapa parameter kunci diukur untuk memastikan identifikasi cemaran daging babi pada produk bakso menggunakan metode PCR. Parameter-parameter tersebut meliputi:

3.5.1 Kualitas dan Kuantitas DNA yang Diekstraksi

- Konsentrasi DNA: Menggunakan spektrofotometer untuk mengukur konsentrasi DNA yang diekstraksi dari sampel bakso. Konsentrasi DNA yang menunjukkan hasil isolasi DNA yang baik jika nilai konsentrasi lebih besar dari 20 ng/ μ L (Belinda dkk, 2021).
- Kemurnian DNA: Mengukur rasio absorbansi pada panjang gelombang 260 nm dan 280 nm (A260/A280) untuk menilai kemurnian DNA. Nilai kemurnian yang baik diukur pada panjang gelombang A260/A280 berada pada rentang nilai 1.7-2.1 (Belinda dkk, 2021).

3.5.2 Keberhasilan Amplifikasi PCR

- Keberadaan Pita DNA: Melalui elektroforesis gel agarosa, keberadaan pita DNA yang dihasilkan dari reaksi PCR diamati untuk memastikan bahwa amplifikasi DNA telah berhasil.

- Ukuran Pita DNA: Mengukur panjang fragmen DNA yang dihasilkan dari PCR. Ukuran yang diharapkan untuk daging babi harus sesuai dengan target spesifik yang dirancang.

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian diperoleh melalui pengamatan terhadap ukuran panjang pita DNA hasil PCR, yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar, serta dianalisis secara deskriptif dengan merujuk pada literatur terkait.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) menggunakan penanda gen 16S rRNA, dapat disimpulkan bahwa:

1. Teknik PCR berbasis gen 16S rRNA mampu mengamplifikasi DNA target secara spesifik dan akurat, meskipun dari sampel yang telah mengalami pengolahan panas seperti pada bakso. Hal ini menunjukkan bahwa metode PCR tetap efektif digunakan untuk mendeteksi DNA, bahkan pada sampel termal yang telah mengalami denaturasi protein akibat proses pemasakan.
2. DNA yang diekstraksi memiliki kualitas dan kuantitas yang baik, dengan konsentrasi antara 21,180 ng/ μ L hingga 235,403 ng/ μ L dan rasio kemurnian A260/A280 yang mendekati nilai ideal.
3. Hasil amplifikasi terhadap 30 sampel bakso yang diuji menunjukkan tidak terdeteksi adanya cemaran DNA daging babi, yang dibuktikan dengan tidak munculnya pita DNA spesifik babi pada hasil elektroforesis.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut disarankan untuk membandingkan efektivitas gen 16S rRNA dengan penanda molekuler lain seperti *cyt b* atau COI guna memperluas metode deteksi kontaminasi silang pada produk olahan daging.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhary, C. V. dan B. J. Kolondam, 2020. Pemanfaatan Gen 16S rRNA sebagai Perangkat Identifikasi Bakteri untuk Penelitian-Penelitian di Indonesia. *Pharmacon*, 9(1): 16–22. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.27405>
- Aminah, A., R. Ramadini, dan T. Naid. 2019. Analisis Cemaran DNA Tikus pada Bakso Daging Sapi yang Beredar di Makassar dengan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)(e-Journal)*. 5(1): 93-100. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i1.12036>
- Anggraini, A. I. 2022. Aplikasi Edible Coating Berbasis Pati Singkong dengan Penambahan Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum L.*) sebagai Zat Antibakteri pada Bakso Daging. *Doctoral Dissertation*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Aripin. 2019. Identifikasi Keragaman Genetik D-LOOP DNA Mitokondria pada Itik. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. UIN SUSKA Riau. Pekanbaru.
- Badan Pusat Statistik. 2024. Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribu Jiwa), 2022–2024. <https://www.bps.go.id/id/statisticsstable/2/MTk3NSMy/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun--ribu-jiwa-.html>. Diakses pada tanggal 3 Juni 2024.
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. *Bakso daging – SNI 01-3818-2014*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Belinda, D. P., M. Z. Fadli dan R. Risandiansyah. 2021. Perbandingan Kualitas dan Kuantitas Ekstrak DNA *Staphylococcus aureus* antara *Allkaline Lysis* dan Kit Berbasis Filter. *Jurnal Bio Komplementer Medicine*, 8(2): 1-8
- Dagen, 2017. Hasil BBPOM, Bakso Mekar di Jalan KH Ahmad Dahlan Pekanbaru Positif Mengandung Babi. <https://www.cakaplah.com/berita/baca/9962/2017/08/28/hasil-bbpom-bakso-mekar-di-jalan-kh-ahmad-dahlan-pekanbaru-positif-mengandung-babi#sthash.OoETdVkm.dpbs>. Diakes pada tanggal 30 Desember 2024.
- Dewanata, P. A., and M. Mushlih. 2021. Differences in DNA Purity Test Using UV-Vis Spectrophotometer and Nanodrop Spectrophotometer in Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *Indonesian Journal of Innovation Studies*. 15: 1-10. <https://doi.org/10.21070/ijins.v15i.553>
- Durrahni. 2019. Deteksi Cemaran Daging Tikus pada Bakso dengan Teknik *Duplex Polymerase Chain Reaction* pada Beberapa Pedagang Bakso di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN SUSKA Riau. Pekanbaru

- Emilia., E. Harnelly, dan A. Anhar. 2021. Optimalisasi Metode Ekstraksi DNA Daun, Kulit Kayu dan Kayu Pinus merkusii. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4): 766-778. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18233>
- Faatih, M. 2009. Isolasi dan Digesti DNA Kromosom. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. 10(1): 61-67.
- Farmawati, D.A., I. N. Wirajana, dan S.C. Yowani. 2015. Perbandingan Kualitas DNA dengan Menggunakan Metode Boom Original dan Boom Modifikasi pada Isolat *Mycobacterium tuberculosis* 151. *Jurnal Kimia*. 9 (1): 41-45. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2015.v09.i01.p07>
- Fatimah, A., S.A. Bakar, dan M.A. Rahman. 2020. Sertifikasi Makanan Halal dan Dampaknya terhadap Kepercayaan Konsumen. *Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Halal*, 12(3): 333-345.
- Harahap, M. R. 2018. Elektroforesis: Analisis Elektronika terhadap Biokimia Genetika. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*. 2(1): 21–26. <https://doi.org/10.22373/crc.v2i1.3248>
- Hidayati, W., M. Apriaji., A. Situmorang, I. Agustian., dan M. Janah. 2019. Analisa kehalalan baso sapi di pasar tradisional tambun, bekasi dengan jel akrilamida. *Jurnal Ilmu Dasar*. 20(2): 105-110.
- Indriani, L., R. Hutami., dan L. Amalia. 2024. Deteksi cemaran protein babi bakso daging sapi pedagang keliling di Kota Bekasi. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6(1): 22–29. <https://doi.org/10.30997/jiph.v6i1.13136>
- Indrianti, M. 2021. Deteksi Kandungan Babi pada Produk Olahan Daging Menggunakan Metode Multiplex PCR di Kabupaten Pandeglang. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 16(1): 1-10. <https://doi.org/10.30870/biodidaktika.v16i1.10735>
- Irwandi, I., E.W Supri, dan S. Dova. 2020. Deteksi Cemaran Gen Babi Pada Produk Bakso Sapi Kemasan Di Kota Padang Menggunakan Metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*). *Jurnal Akademi Farmasi Prayoga*, 5(2): 11-21. <https://doi.org/10.56350/jafp.v5i2.51>
- Karimah, S.N., R.R. Noor, and J. Jakaria. 2021. Identification of SNP g.10428C>T of Stearoyl-CoA Desaturase Gene Related to Meat Quality in Bali Cattle Using PCR-RFLP Method. *J Indones Trop Anim Agric*. 46(4): 295–303. <https://doi.org/10.14710/jitaa.46.4.295-303>
- Kasi, P. D., A. Ariandi, dan E.P. Tenriawaru. 2019. Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Limbah Cair Sagu dengan Gen 16S rRNA. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 36(1): 35-40. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2019.36.1.924>
- Kementerian Agama Republik Indonesia. 2024. Jumlah Penduduk Menurut Agama. <https://satudata.kemenag.go.id/dataset/detail/jumlah-penduduk-menurut-agama>. Diakses pada 3 Juni 2024.

- Kolondam, B. J. 2022. Evaluasi Sekuens Gen 16S rRNA untuk DNA Barcoding Ikan Tuna. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(1): 108-114. <https://doi.org/10.35800/jip. v10i1.38861>

Kusnadi, J., dan E. L. Arumingtyas. 2020. *Polymerase Chain Reaction (PCR): Teknik dan Fungsi*. Universitas Brawijaya Press, 216. Malang.

Lessy, N. S., S.W. Wulandari., E. Supriyatni, dan K.D. Syafeti. 2021. Deteksi Molekuler Cemaran Daging Babi pada Produk Bakso Sapi di Kota Kebumen. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 14(2): 275-281. <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v14i2.16936>

Matsunaga, T., K. Chikuni., R. Tanabe., S. Muroya., K. Shibata., J. Yamada., and Y. Shinmura. 1999. A quick and simple method for the identification of meat species and meat products by PCR assay. *Meat Science*, 51(2): 143–148. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00112-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00112-0).

Misrianti, R., S. H. Wijaya., C. Sumantri., and J. Jakarta. 2022. Investigating Genetic Diversity of Indonesian Native Cattle Breeds Using MitochondrialDNA 16S rRNA Gene. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 46(3): 457-464. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4216>

Muthiadin, C.U.T., I.R. Aziz, dan A.Z. Darojat. 2018. DNA Mitokondria untuk Identifikasi Ikan yang Kaya Spesies. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(1): 51-53.

Octavia, D., A.S. Mukaromah, I. Martiansyah, M. Mimin, S. Ma'mun, dan H. Rukmanto. 2021. Isolasi DNA Tumbuhan Hasil Eksplorasi Di Nusakambangan dengan Metode Kit di Laboratorium Treub, Kebun Raya Bogor. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 7(1): 291-299.

Pratiwi, A. D., L. Widajanti, dan S.A. Nugraheni. 2020. Penerapan Sistem Jaminan Halal dan Kandungan Gizi Bakso Sapi Produksi Usaha Mikro di Pasar Rasamala Banyumanik Kota Semarang Tahun 2019. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1): 152-159. <https://doi.org/10.14710/jkm.v8i1.26048>

Qalbi, N. 2021. Nilai Warna dan Karakteristik Organoleptik Bakso Daging Sapi dari Berbagai Merek yang Dijual di Kota Makassar. *Doctoral dissertation*, Universitas Hasanuddin. Makassar

Rahayu, F., Saryono, dan T. T. Nugroho. 2015. Isolasi DNA dan Amplifikasi PCR Daerah Its rDNA Fungi Endofit Umbi Tanaman Dahlia (*Dahlia Variabilis*) LBKURCC69. *JOM FMIPA*. 2(1): 100-106. <https://doi.org/10.13170/jomfmipa.2.1.4311>

Sari, S.K., D. Listyorini., M.N. Mazieda, dan E.S. Sulasmi. 2014. Optimasi Teknik Isolasi dan Purifikasi DNA pada Daun Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* Cv. Cakra Hijau) Menggunakan Genomic DNA Mini Kit (Plant GENEALID. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning*, 11(1): 65-70.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak menghargai kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- Sembiring, E.R., R. T. Terryana., Y. G. D. Anggraheni., A. Prihaningsih., I. Batubara., W. Nurcholos, dan R. Harmoko. 2023. Efektivitas Metode Ekstraksi DNA pada Daun Segar dan Kering dari Tanaman Obat. *Vegatalika*. 12(3): 211-227. <https://doi.org/10.22146/veg.78957>
- Setyawati, R., dan S. Zubaidah. 2021. Optimasi Konsentrasi Primer dan Suhu Annealing dalam Mendeteksi Gen Leptin pada Sapi Peranakan Ongole (PO) Menggunakan *Polymerase Chain Reaction* (PCR). *Indonesian Journal of Laboratory*. 4(1): 36-40. <https://doi.org/10.22146/ijl.v4i1.65550>.
- Sholatin, M. 2019. Deteksi Cemaran Daging Babi pada Bakso yang Dijual di Pasar Tradisional Kota Bangkinang Dengan Metode *Polymerase Chain Reaction*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN SUSKA Riau. Pekanbaru
- Sihombing, D. T. H. 1997. *Ilmu Ternak Babi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sinaga, E. (2010). Biologi Molekuler Ekspresi Gen. Fakultas Biologi Universitas Nasional. Diakses dari <http://repository.unas.ac.id/1546/1/Lamp.%20A33-Diktat-Biomol-Regulasi%20Ekspresi%20gen.pdf>. 5 Oktober 2024.
- Sinulingga, Y. P., N.M. Santa., L.S. Kalangi, dan M. A. Manese. 2020. Analisis Pendapatan Usaha Ternak Babi di Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa. *Zootec*, 40 (2): 471-481. <https://doi.org/10.35792/zot.40.2.2020.28613>
- Sofihan, W. 2017. Isolasi, Amplifikasi Dan Karakterisasi Gen Pef *Salmonella Typhimurium* dan Gen fim-C *Escherichia coli*. (Doctoral Dissertation). Universitas Negeri Jakarta. Jakarta
- Sunandar, I. H. 2024. *Penggunaan Spektrofotometer dalam Penilaian Kualitas Pangan: Metode dan Praktik*. Azzia Karya Bersama. Padang. 92 hal.
- Syukri, D., Y. N. Muhammad., U. H. Krisman., K. R. Martina., Y. Marnida., F. L. Ahmad., D. Ayu., G. M. Robert, dan P. D. P. Luh. 2022. *Buku Ajar Biokimia*. CV. Feniks Muda Sejahtera. Palu. 158 hal
- Tanzil, A. I., dan W. I. D. Fanata. 2024. Pengaruh Teknik Isolasi DNA Genom Tanaman Tembakau Terhadap Kualitas dan Kuantitas Hasil Ekstraksi. *AGRORADIX: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(2): 21-28.
- Tataurov A.V., Y. You, and R. Owczarzy. 2008. Predicting Ultraviolet Spectrum of Single Stranded and Double Stranded Deoxyribonucleic Acids. *Biophys Chem*.133 (1-3): 66-70. <https://doi.org/10.1016/j.bpc.2007.12.004>
- Tiven, N. C., T. M. Simanjorang., P. M. Ririmase, dan C. W. Patty. 2023. Kualitas Sensoris Bakso Daging Sapi yang Disubstitusi Daging Ikan Tuna (*Thunnus Sp*). *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*. 11(2): 59-65. <https://doi.org/10.30598/ajitt.2023.11.2.51-58>
- Wahyuni, S., S. Maryam, dan A. Aminah. 2019. Validasi Metode Analisis Cemaran DNA Babi pada Bakso Sapi Menggunakan Primer Mitokondria D-Loop22 dengan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). *Jurnal Farmasi*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)(e-Journal). 5(1): 65-72.
<https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i1.12035>

Wasdili, F. A. Q., A. S. Putri, dan S. Romlah. 2022. Optimasi Isolasi DNA Genom *Candida Albicans* dengan Metode Litium Karbonat. *Anakes: Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 8(2): 160-168. <https://doi.org/10.37012/anakes.v8i2.1156>

Wibowo, S. 2009. *Membuat Bakso Sehat dan Enak*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Widyadnyana, D. G. A., I. D. M. Sukrama, dan I. W. Suardana. 2015. Identifikasi bakteri asam laktat isolat 9A dari kolon sapi Bali sebagai probiotik melalui analisis gen 16S rRNA. *Jurnal Sain Veteriner*, 33(2): 228–233. <https://doi.org/10.22146/jsv.17923>

Yusuf, Z., K. 2010. *Polymerase Chain Reaction (PCR)*. *Jurnal Saintek*. 5 (6): 1-6.

Yuwono, T. 2006. *Teori dan Aplikasi Polymerase Chain Reaction; panduan eksperimen PCR untuk memecahkan masalah biologi terkini*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 89

Zilhadia, Z., C. Adhiyanto, A. Gustida, dan N. Khairunnisa. 2020. Analisis Cemaran Daging Babi pada Bakso Sapi yang Dijual di Tanjung Priok Menggunakan *Real-Time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)*. *JSFK (Jurnal Sains Farmasi dan Klinis)*. 7(1):83-91. <https://doi.org/10.25077/jsfk.7.1.83-91.2020>

Zuraeda, K. 2018. Analisis Cemaran Daging Babi pada Produk Bakso Sapi yang Beredar di Kecamatan Ciputat Timur Menggunakan *Real Time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)*. *Bachelor's thesis*. Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Lampiran 1. (a) Penimbangan Sampel, (b) Memasukkan sampel kedalam Tube, (c) Inkubasi sampel (d) Hasil inkubasi sampel, (e) Sentrifuge sampel, (f) pengambilan supernatant, (g) vortex sampel, (h) Pembuatan gel agarosa, (i) Pembuatan gel agarose, (j) Alat pembuatan gel agarose elektroforesis, (k) Alat dokumentasi elektroforesis (l) Penambahan larutan pada sampel untuk uji kuantitas DNA, (m) Spektfotometer, (n) Proses PCR didalam mesin *Thermal cycler*, (o) Pembuatan bakso kontrol

Lampiran 2. Tampilan website NCBI perancangan primer



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengutip kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.