

**DETEKSI KANDUNGAN BABI PADA CAMPURAN
DAGING DAN PRODUK OLAHAN MENGGUNAKAN
GEN *IGF2* SEBAGAI PENANDA GENETIK UNTUK
AUTENTIKASI HALAL**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh:
Ferziah Putri Sekar Manah
19106040050

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PENGESAHAN



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-2126/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : Judul Tugas Akhir: Deteksi Kandungan Babi Pada Campuran Daging dan Produk Olahan Menggunakan Gen IGF2 Sebagai Penanda Genetik Untuk Autentikasi Halal

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FERZIAH PUTRI SEKAR MANAH
Nomor Induk Mahasiswa : 19106040050
Telah diujikan pada : Selasa, 01 Agustus 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Jumailatus Solihah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64dac79e1a0b66



Penguji I

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

Valid ID: 64cf1868e5359



Penguji II

Dr. Isma Kurniantanty, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64da6ae8715d



Yogyakarta, 01 Agustus 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 64dc378deac33

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Ferziah Putri Sekar Manah

NIM : 19106040050

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi saya ini adalah asli hasil karya atau penelitian penulis sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuk sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 21 Juli 2023

Yang menyatakan,



Ferziah Putri Sekar Manah
NIM. 19106040050

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



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 : Ferziah Putri Sekar Manah

NIM : 19106040050

Judul Skripsi : Deteksi Kandungan Babi Pada Campuran Daging dan Produk Olahan


Menggunakan Gen IGF2 Sebagai Penanda Genetik Untuk Autentikasi Halal

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

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing 1


Jumailatus Solihah, S.Si., M.Biotech.
NIP. 19760624 200501 2 007

Yogyakarta, 21 Juli 2023

Pembimbing 2


Anti Damayanti, H.S.Si., M.Mol.Bio.
NIP. 19810522 200604 2 005

MOTTO

فَفِرُّوا إِلَى اللَّهِ

“So flee to Allah”

(Q.S Az-Zariyat: 50)

“The purpose of life is to live it, to taste experience to the utmost,
to reach out eagerly and without fear for newer and richer
experience”

-Eleanor Roosevelt



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

**Puji dan syukur kepada Allah SWT atas izin dan karunia-Nya
sehingga skripsi ini dapat saya persembahkan kepada
Ibu, Ibu, Ibu, Bapak, Adik-adik tercinta
Seluruh Guru-guru dan Dosen
Sahabat, keluarga besar Biologi 2019 dan
Almamater tercinta Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga**



**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul “Deteksi Kandungan Babi pada Campuran Daging dan Produk Olahan Menggunakan Gen *IGF2* sebagai Penanda Genetik untuk Autentikasi Halal”. Shalawat berserta salam senantiasa terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya yang senantiasa menjadi suri tauladan hingga sepanjang zaman.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi jenjang sarjana S-1 pada program studi Biologi. Penyusunan skripsi dapat terlaksana dengan baik tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala rasa takzim dan rendah hati, saya ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Ibu Najda Rifqiyati, M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi.
3. Ibu Jumailatus Solihah, S.Si., M.Biotech dan Ibu Anti Damayanti, H S.Si., M.Mol.Bio selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, saran, dan bantuan dalam penyusunan laporan ini.
4. Ibu Anif Yuni Muallifah, S.Pd.I yang telah sabar memberikan arahan dalam menjalankan penelitian.
5. Seluruh dosen dan staf program studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang banyak berkontribusi dalam proses pembelajaran penulis.
6. Kedua orang tua dan adik-adik yang senantiasa memberikan doa, motivasi,
7. Teman-teman laboratorium dan teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan sehingga saya bisa menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih atas kebersamaan yang tak ternilai.

Saya menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT dan tentunya masih banyak segala kekurangan dan ketidaksempurnaan, baik dari segi penulisan maupun cara penyajian. Selama proses penelitian dan penulisan, saya banyak mendapatkan motivasi dari berbagai pihak, baik moril, materi, maupun spiritual yang sangat berarti. Atas bantuan yang diberikan hingga saat ini, saya mengucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan dan keikhlasan dari pihak yang bersangkutan senantiasa mendapatkan ridho dan balasan dari Allah SWT.

Akhir kata, saya berharap karya tulis ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi saya dan pembaca. Aamiin.

Yogyakarta, 21 Juli 2023

Penulis,



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Deteksi Kandungan Babi pada Campuran Daging dan Produk Olahan Menggunakan Gen *IGF2* sebagai Penanda Genetik untuk Autentikasi Halal

Ferziah Putri Sekar Manah
19106040050

Abstrak

Adanya substitusi bahan baku daging dengan daging babi maupun penambahan campuran daging babi dan turunannya pada berbagai produk makanan telah menimbulkan keresahan di masyarakat khususnya bagi umat Islam. Oleh karena itu, diperlukan prosedur autentikasi halal yang andal, sensitif, dan tepat untuk mendeteksi kandungan babi dan turunannya. Penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi dan mengevaluasi potensi gen *IGF2* sebagai penanda genetik untuk mendeteksi kandungan babi pada daging dan produk olahan sosis secara *in vitro* menggunakan metode berbasis PCR. Analisis kandungan babi dilakukan menggunakan primer 1 dan primer 2 yang telah dirancang secara spesifik untuk mengamplifikasi sebagian daerah akhir gen *IGF2* babi. Uji spesifisitas dilakukan pada daging sapi dan babi untuk memastikan bahwa kedua primer hanya mampu mengamplifikasi sekuens DNA pada gen *IGF2* babi, dan tidak pada sapi. Uji sensitivitas dilakukan terhadap campuran daging babi:sapi dengan variasi konsentrasi daging babi sebesar 0,1; 1; 5; 10; 20; dan 50%. Hasil amplifikasi PCR menunjukkan bahwa kedua primer *IGF2* secara spesifik mampu mendeteksi DNA babi, baik pada sampel daging babi maupun campuran daging. Namun, primer *IGF2* belum mampu digunakan untuk mendeteksi DNA babi pada makanan olahan berupa sosis karena telah mengalami proses pengolahan. Pada uji sensitivitas, primer 1 dapat mengidentifikasi DNA babi pada konsentrasi 20% dan 50% sedangkan primer 2 mampu mendeteksi keberadaan DNA babi pada campuran daging mulai konsentrasi 10% sampai 50%. Oleh karena itu, gen *IGF2* dapat digunakan sebagai penanda genetik untuk autentikasi halal pada sampel daging dan campuran daging.

Kata kunci: Autentikasi Halal, Daging babi, *Insulin like-Growth Factor2* (*IGF2*), *Polymerase chain reaction* (PCR)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
MOTTO	iv
Abstrak.....	vi
PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan.....	4
D. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Daging Babi dalam Pandangan Islam	5
B. Kehalalan Pangan.....	6
C. Metode Deteksi Halal Berbasis PCR	7
D. Gen sebagai Penanda Genetik.....	10
E. Gen <i>IGF2</i>	11
BAB III METODE PENELITIAN	15
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
B. Bahan dan Alat.....	15
C. Prosedur Penelitian	15
D. Analisis Data.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Isolasi DNA	19

B. Amplifikasi Gen <i>IGF2</i>	21
C. Sekuensing	23
D. Uji Spesifisitas dan Sensitivitas	27
E. Deteksi DNA babi pada sosis.....	28
BAB V PENUTUP.....	31
A. Kesimpulan	31
B. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Gen IGF2 <i>Sus scrofa</i> dan <i>Bos taurus</i>	13
Tabel 2. Primer IGF2	17
Tabel 3. Komposisi Reaksi PCR.....	17
Tabel 4. Setting mesin PCR	17
Tabel 5. Data konsentrasi dan kemurnian isolat DNA daging dan sosis	19
Tabel 6. Perbandingan sekuens <i>Sus scrofa</i> primer 1 dan primer 2 hasil analisis BLAST	26



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daerah akhir gen <i>IGF2</i> babi (<i>S. scrofa</i>) dan sapi (<i>B. taurus</i>) bersifat polimorfik	12
Gambar 2. Daerah akhir protein <i>IGF2</i> babi (<i>S. scrofa</i>) dan sapi (<i>B. taurus</i>) bersifat polimorfik	13
Gambar 3. Peta kromosom gen <i>IGF2</i> <i>B. taurus</i> (a) dan <i>S. scrofa</i> (b).....	14
Gambar 4. Elektroforesis hasil isolasi DNA babi dan DNA sapi	20
Gambar 5. Elektroforesis hasil isolasi campuran daging babi: sapi dan olahan sosis	21
Gambar 6. Amplifikasi DNA babi dengan variasi suhu	22
Gambar 7. Kromatogram DNA <i>S. scrofa</i> primer 1 <i>IGF2</i> bagian <i>forward</i>	24
Gambar 8. Kromatogram DNA <i>S. scrofa</i> primer 2 <i>IGF2</i> bagian <i>forward</i>	24
Gambar 9. Amplifikasi DNA campuran daging babi-sapi.....	27
Gambar 10. Hasil amplifikasi sosis sapi dan babi.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil <i>in silico</i> PCR gen <i>IGF2</i>	36
Lampiran 2. Urutan Sekuens Hasil Sekuensing.....	37
Lampiran 3. Analisis BLAST menggunakan GenBank NCBI	38
Lampiran 4. Lembar spesifikasi gen <i>IGF2</i>	40



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara dengan mayoritas penduduk muslim terbesar di dunia. Berdasarkan data BPS (2021) jumlah penganut agama Islam di Indonesia sekitar 87,2% dari 237,6 juta penduduk. Oleh karena itu, kehalalan produk pangan menjadi hal utama bagi umat muslim (Rahmawati *et al.*, 2016). Halal memiliki arti “diperbolehkan” yaitu makanan yang boleh untuk dikonsumsi menurut ajaran islam. Makanan dikategorikan halal berdasarkan zat dan kandungannya, bagaimana cara memperolehnya, dan halal berdasarkan proses pengolahannya (Muflihah *et al.*, 2023). Dalam Al-Qur’an dijelaskan bahwa umat muslim hanya disyariatkan untuk memakan makanan yang halal dan baik, serta melarang yang haram “Terlarang bagimu (untuk memakan) bangkai, darah, daging babi, (daging hewan) yang disembelih atas nama selain Allah, ...” (QS. Al Maidah: 3).

Pemerintah Indonesia mengatur kehalalan produk yang dikonsumsi dan digunakan masyarakat dalam Undang-Undang RI nomor 33 tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal (UU JPH) untuk memastikan tidak terjadi pemalsuan produk halal dengan produk haram, dan pencampuran antara bahan haram dan halal. Namun, kurangnya pengawasan dari pemerintah dan kurangnya kesadaran produsen makanan terhadap label halal atau sertifikasi halal menyebabkan masih banyak terjadi substitusi bahan baku dengan daging babi maupun adanya campuran daging babi (Mariyani *et al.*, 2021).

Pemalsuan produk makanan ini menjadi masalah utama karena harga daging sapi dan ayam yang cenderung lebih mahal, menjadikan alasan produsen menggunakan daging babi sebagai campuran (Mariyani *et al.*, 2021). Rohman & Putri (2019) telah menjumpai adanya penggunaan daging babi pada bakso sapi untuk mengurangi biaya produksi. Selain itu, masih banyak ditemukan produk olahan daging seperti bakso dan sosis yang dijual

di pasar tradisional dan pasar modern belum memiliki sertifikasi halal. Meilinia *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa Yogyakarta menjadi salah satu daerah dengan kasus substitusi tertinggi penambahan daging babi pada produk olahan daging, 51 sampel olahan diuji dan 8 diantaranya positif mengandung daging babi. Permasalahan ini menimbulkan kekhawatiran dan keresahan masyarakat khususnya umat Islam terkait dengan keamanan dan kehalalan pangan (Effendi *et al.*, 2020).

Prosedur autentikasi yang andal, sensitif, dan tepat sangat penting untuk penetapan hukum, jaminan kualitas, dan perlindungan konsumen. Metode analisis sudah banyak dikembangkan untuk autentikasi kehalalan pangan, khususnya untuk daging dan produk turunannya berdasarkan deteksi protein, gen dan lipid tertentu. Metode berbasis protein seperti ELISA sudah banyak digunakan untuk identifikasi spesies, namun sifat molekul protein yang secara signifikan mudah terdenaturasi selama proses pengolahan menjadikan tingkat akurasi yang rendah pada uji ini (Murugaiah *et al.*, 2009).

Metode lain yang dapat digunakan adalah identifikasi secara molekuler berbasis DNA. Analisis DNA berbasis PCR digunakan karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya, bersifat lebih stabil, spesifik, sensitif dan waktu yang dibutuhkan lebih cepat dibandingkan teknik berbasis protein seperti ELISA (Masiri *et al.*, 2016). Beberapa metode PCR yang umum digunakan untuk identifikasi spesies dalam pangan antara lain, PCR konvensional (singleplex atau multiplex), RAPD (*random amplified polymorphic DNA*), RFLP (*Restriction fragment length polymorphism*) dan Real-Time PCR/qPCR (Afifa *et al.*, 2021).

Efektifitas reaksi PCR bergantung pada gen marker dan gen target spesifik yang diminati (Afifa *et al.*, 2021). Gen marker merupakan variasi sekuens nukleotida pendek, umumnya berasal dari DNA nukleus (nDNA) atau DNA mitokondria (mtDNA) (Asma *et al.*, 2013). Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan DNA mitokondria sebagai marker untuk deteksi kandungan babi pada campuran daging maupun produk olahan. Hamzah *et*

al., (2014) mendeteksi DNA babi pada daging segar, sosis dan bakso menggunakan primer *D-loop* mitokondria untuk autentikasi halal. Rahmawati *et al.*, (2016) juga menggunakan *D-Loop* 22 mtDNA untuk analisis kontaminan babi pada abon berbasis qPCR. Penelitian lain menggunakan mtDNA sitokrom b untuk identifikasi kandungan babi pada bakso berbasis PCR (Hossain *et al.*, 2019).

Perkembangan gen marker memungkinkan dilakukannya deteksi cepat kandungan babi untuk memberikan keputusan yang cepat dan tepat, khususnya dalam produk olahan. Pada penelitian ini, gen yang digunakan sebagai kandidat gen marker adalah nDNA berupa gen *IGF2*.

Insulin-like Growth Factor 2 (*IGF2*) adalah gen nukleus yang berperan penting dalam proses pertumbuhan dan diferensiasi otot rangka. Selain itu, *IGF2* berfungsi dalam menentukan perkembangan dan pertumbuhan sel terutama sel tulang dan otot (Liu *et al.*, 2019). Peran dan fungsi *IGF2* dalam proses pertumbuhan dan perkembangan otot, menjadikan gen *IGF2* dapat dijadikan sebagai kandidat penanda molekuler dalam produksi daging dan hewan ternak (Y. Huang *et al.*, 2013). Berdasarkan penelitian Hamdani *et al.*, (2018) protein serta gen *IGF2* pada sapi (*Bos taurus*) dan babi (*Sus scrofa*) bersifat polimorfik. Oleh karena itu, *IGF2* juga dapat digunakan sebagai penanda genetik deteksi daging babi untuk autentikasi halal secara *in silico* (Hamdani *et al.*, 2018). Penelitian ini dilakukan untuk validasi secara *in vitro*, gen *IGF2* sebagai penanda genetik deteksi daging babi pada daging segar dan produk sosis.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah gen *IGF2* dapat digunakan sebagai penanda genetik untuk deteksi daging babi pada daging segar dan produk daging olahan?
2. Bagaimana sensitivitas gen *IGF2* sebagai penanda genetik untuk mendeteksi kandungan babi pada campuran daging sapi dan babi pada berbagai konsentrasi?

C. Tujuan

1. Melakukan validasi gen *IGF2* sebagai penanda genetik untuk deteksi daging babi pada daging segar dan produk daging olahan
2. Mengetahui sensitivitas gen *IGF2* sebagai penanda genetik untuk mendeteksi kandungan babi pada campuran daging sapi dan babi pada berbagai konsentrasi?

D. Manfaat

Apabila gen *IGF2* terbukti dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan DNA babi pada daging mentah dan produk daging olahan, maka gen ini dapat digunakan sebagai sumber penanda genetik alternatif untuk autentikasi halal pada produk makanan olahan berbasis daging lainnya secara luas, dengan metode PCR.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Gen *IGF2* dapat teramplifikasi secara spesifik pada daging babi sehingga dapat digunakan sebagai penanda genetik untuk autentikasi halal. Pasangan primer 1 dan primer 2 mampu mendeteksi kandungan babi pada daging segar dan campuran daging. Primer 1 secara spesifik dapat mengidentifikasi DNA babi pada campuran daging babi:sapi pada konsentrasi 20% dan 50%. Sedangkan primer 2 mampu mendeteksi keberadaan DNA babi pada campuran daging mulai pada konsentrasi 10% sampai 50%. Analisis kandungan babi belum mampu diteramplifikasi pada makanan olahan berupa sosis.

B. Saran

Penelitian ini sudah membuktikan gen *IGF2* belum mampu mendeteksi makanan olahan berupa sosis. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan berbagai metode isolasi dan optimasi PCR untuk memvalidasi potensi gen *IGF2* dalam mendeteksi keberadaan babi pada produk olahan lain yang telah melalui proses pengolahan. Salah satunya dengan merancang target amplifikasi dengan ukuran ampikon yang lebih kecil, untuk memperbesar kemungkinan dapat teramplifikasi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- Afifa, K., Hossain, A., Hossain, M. S., Kamruzzaman Munshi, M., & Huque, R. (2021). Detection of species adulteration in meat products and Mozzarella-type cheeses using duplex PCR of mitochondrial cyt b gene: A food safety concern in Bangladesh. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 2(March), 0–5. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100017>
- Arian, P., Artika, I. M., & Falah, S. (2017). Amplification and analysis of cytochrome oxidase I of *Polypedates leucomystax* from Bogor agricultural university Area. *Current Biochemistry*, 3(1), 13–19. <https://doi.org/10.29244/cb.3.1.13-19>
- Arini, R. L., Ramadhani, D., Pebriyanti, N., & Rohman, A. (2018). The use of species-specific primer targeting on *D-loop* mitochondrial for identification of wild boar meat in meatball formulation. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7710(September), 361–368.
- Asma, N., Farag, A., Sheikha, E., Mustafa, S., Fadhilah, N., & Mokhtar, K. (2013). Comparison of gene nature used in real-time PCR for porcine identification and quantification: A review. *Food Research International*, 50, 330–338. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.047>
- Bhattacharjee, M. J., Laskar, B. A., Dhar, B., & Ghosh, S. K. (2012). Identification and re-evaluation of freshwater catfishes through DNA barcoding. *PLoS ONE*, 7(11), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049950>
- Budiarto, B. R. (2015). Polymerase Chain Reaction (PCR): Perkembangan dan perannya dalam diagnostik kesehatan. *BioTrends*, 6(2), 29–38.
- Burnham, P., Gomez-Lopez, N., Heyang, M., Cheng, A. P., Lenz, J. S., Dadhania, D. M., Lee, J. R., Suthanthiran, M., Romero, R., & De Vlaminc, I. (2020). Separating the signal from the noise in metagenomic cell-free DNA sequencing. *Microbiome*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40168-020-0793-4>
- Che Man, Y.B.Aida, A. A., Raha, A. R., & Son, R. (2007). Identification of pork derivatives in food products by species-specific polymerase chain reaction (PCR) for halal verification. *Food Control*, 18, 885–889. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.05.004>
- Effendi, M. H., Afdilah, S. W., Wardhana, D. K., Kurniawan, F., & Retnowati, R. (2020). The Identification of Pork Contamination on Beef by Polymerase Chain Reaction (PCR). *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(10), 634–637. <https://doi.org/10.31838/srp.2020.10.95>

- Ghanipoor-samami, M., Javadmanesh, A., Burns, B. M., Thomsen, A., Natrass, G. S., Estrella, C. A. S., Kind, K. L., & Hiendleder, S. (2018). Atlas of tissue- and developmental stage specific gene expression for the bovine insulin-like growth factor (IGF) system. *Plos One*, *13*(7), 1–28. <https://doi.org/10.4225/55/5b3ae3f80fa4a>
- Hairuddin, R. (2013). Analisis DNA pada tanaman gandum (*Triticumaestivum* l.). *Jurnal Dinamika*, *04*(2), 41–46.
- Hamdani, A. D., . M., Suryohastari, R. B., Virgianti, D. P., & Wangsa Putrie, R. F. (2018). Short communication: genetic diversity of the IGF2 gene as a source of genetic marker for halal authentication. *Nusantara Bioscience*, *10*(4), 203–209. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n100401>
- Hamzah, A., Mutalib, S. A., & Babji, A. S. (2014). Porcine DNA detection in finished meat products using different mitochondrial DNA (mt-DNA) on Polymerase Chain reaction. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, *4*(6), 4–6. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000323>
- Handoyo, D., & Rudiretna, A. (2001). Prinsip umum dan pelaksanaan Polymerase Chain Reaction (PCR). *Unitas*, *9*(1), 17–29.
- Hilda, L. (2013). Pandangan sains terhadap haramnya lemak babi. *Logaritma*, *1*(01), 35–46.
- Hossain, M. A. M., Uddin, S. M. K., Sultana, S., Bonny, S. Q., Khan, M. F., Chowdhury, Z. Z., Johan, M. R., & Ali, M. E. (2019). Heptaplex polymerase chain reaction assay for the simultaneous detection of beef, buffalo, chicken, cat, dog, pork, and fish in raw and heat-treated food products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *67*(29), 8268–8278. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b02518>
- Huang, Y., Wang, J., Zhan, Z., Cao, X., Sun, Y., Lan, X., Lei, C., Zhang, C., & Chen, H. (2013). Assessment of association between variants and haplotypes of the IGF2 gene in beef cattle. *Gene*, *528*(2), 139–145. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2013.07.035>
- Huang, Y. Z., Zhan, Z. Y., Sun, Y. J., Cao, X. K., Li, M. X., Wang, J., Lan, X. Y., Lei, C. Z., Zhang, C. L., & Chen, H. (2014). Intragenic DNA methylation status down-regulates bovine IGF2 gene expression in different developmental stages. *Gene*, *534*(2), 356–361. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2013.09.111>
- Hutami, R., Bisyrri, H., Nuraini, H., Ranasasmita, R., Ilmu, F., Halal, P., Bogor, U. D., Peternakan, F., Halal, L., & Ulama, M. (2018). DNA Extraction from Raw Meat for Analysis with the Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) Method. *Jurnal Agroindustri Halal*. *4*(2), 209–216.

<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

<https://genome.ucsc.edu/cgi-bin/hgPcr>

<https://tmcalculator.neb.com/#!/main>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

K. Yusuf, Z. (2010). Polymerase chain reaction. *SAINTEK*, 5(6), 111–133.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813539-6.00006-7>

Liu, X., Liu, H., Wang, M., Li, R., Zeng, J., Mo, D., Cong, P., Liu, X., Chen, Y., & He, Z. (2019). Disruption of the ZBED6 binding site in intron 3 of IGF2 by CRISPR/Cas9 leads to enhanced muscle development in liang guang small spotted pigs. *Transgenic Research*, 28(1), 141–150.
<https://doi.org/10.1007/s11248-018-0107-9>

Mariyani, Sismindari, & Rumiayati. (2021). Validasi metode Real-Time Polymerase Chain Reaction untuk deteksi DNA babi (*Sus scrofa domestica*) dan celeng (*Sus barbatus*) pada sosus sapi. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(8), 3925–3940. <http://dx.doi.org/10.36418/Syntax-literate.v6i8.3806>

Martín, I., García, T., Fajardo, V., Rojas, M., Pegels, N., Hernández, P. E., González, I., & Martín, R. (2009). SYBR-Green real-time PCR approach for the detection and quantification of pig DNA in feedstuffs. *Meat Science*, 82(2), 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.023>

Masiri, J., Benoit, L., Barrios-Lopez, B., Thienes, C., Meshgi, M., Agapov, A., Dobritsa, A., Nadala, C., & Samadpour, M. (2016). Development and validation of a rapid test system for detection of pork meat and collagen residues. *Meat Science*, 121, 397–402.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.07.006>

Medidi, Hemanth & Naik, Raju & Kotikalapudi, Rosaiah & Patel, Rajesh & Undamatla, Valli & Tadi, Tirumala. (2015). Standardization of common and simple protocol for DNA isolation from raw meat of various animal and bird species. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*. 5. 2891-2895.

Meilinia, S., Achmad, A., Diyantoro, & Chrismanto, D. (2021). Identifikasi kandungan komponen babi pada daging curah dan produk olahan daging menggunakan metode ELISA sandwich di Balai Besar Veteriner Wates. *Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan*, 11(2), 32–38.

Muflihah, Hardianto, A., Kusumaningtyas, P., & Prabowo, S. (2023). DNA-based detection of pork content in food. *Heliyon*, 9(February), 1–15.

Murugaiah, C., Mohd, Z., Mastakim, M., Maurice, L., Selamat, J., & Radu, S. (2009). Meat species identification and Halal authentication analysis using

mitochondrial DNA. *Meat Science*, 83(1), 57–61.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.015>

- Padmalatha, K., & Prasad, M. N. V. (2006). Optimization of DNA isolation and PCR protocol for RAPD analysis of selected medicinal and aromatic plants of conservation concern from Peninsular India. *African Journal of Biotechnology*, 5(3), 230–234. <https://doi.org/10.5897/AJB05.188>
- Pertiwi, N. P. D., Mahardika, I. G. N. ., & Watiniasaih, N. L. (2015). Optimasi amplifikasi DNA menggunakan metode PCR (Polymerase Chain Reaction) pada ikan karang anggota famili Pseudochromidae (DOTTYBACK) untuk identifikasi spesies secara molekuler. *Jurnal Biologi*, 19(2), 1–5. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/21254/14017>
- Poritz, M. A., & Ririe, K. M. (2014). Getting things backwards to prevent primer dimers. *Journal of Molecular Diagnostics*, 16(2), 159–162. <https://doi.org/10.1016/j.jmoldx.2014.01.001>
- Rahmawati, Sisindari, Raharjo, T. J., Sudjadi, & Rohman, A. (2016). Analysis of pork contamination in abon using mitochondrial *D-Loop22* primers using real time polymerase chain reaction method. *International Food Research Journal*, 23(1), 370–374.
- Rohman, A., & Putri, A. R. (2019). Review : The chemometrics techniques in combination with instrumental analytical methods applied in halal authentication analysis. *Indonesia Journal Chemical*, 19(1), 262–272. <https://doi.org/10.22146/ijc.28721>
- Supratman, A. R., & Purwantoro, A. (2021). Karakterisasi tanaman keladi hias (*Caladium spp.*) berdasarkan penanda molekuler RAPD characterization of caladium (*Caladium spp.*) using morphology and molecular markers. *Jurnal.Ugm.Ac.Id*, 10(4), 287–298.
- Thaib, I. (2017). Pandangan islam terhadap makanan. *Tarjih*, 6(4), 1–9.
- Widayat, Agustini, T. W., Suzery, M., & Al-baarri, A. N. (2019). Real Time-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) sebagai alat deteksi DNA Babi dalam beberapa produk non-pangan. *Indonesia Journal of Halal*, 2(1), 26–33.