

Studi Literatur Identifikasi Kandungan Babi dengan Metode Molekuler dan Metode Immunoassay

Mayang Fitriani Sukma Dewi*, Bertha Rusdi, Anggi Arumsari

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*mayangfitriani2@gmail.com,bertha.Rusdi78@gmail.com, anggiarumsari@yahoo.com.

Abstract: Halal products are needed by countries with a majority Muslim population. Food products can be said to be halal because they do not contain haram ingredients and the processing method does not conflict with Islamic law. The haram ingredient that is often found in food is pork because it tastes delicious and the price is relatively cheap. One way to guarantee food originating from animals is to identify compounds derived from pigs using various methods, including molecular methods and immunoassay methods. This study was conducted using the Systematic Literature Review (SLR) method. Journal search using Google Scholar and Scienedirect search engines with keywords identification, pork content, immunoassay, pork detection, molecular methods, pork derivative analysis. The search was limited to journals published within the last 10 years. Of the 16 journals that have been reviewed, there is 1 journal that contains immunoassay method and 15 other journals that contain molecular method. The results of the review from the 16 journals explain the detection methods used in the molecular method, namely the Polymerase Chain Reaction (PCR) method, and the Polymerase Chain Reaction Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP) method, in the immunoassay method, namely the Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) method. As well as explaining the principles of the PCR, PCR-RFLP, ELISA and primers methods used to detect PRE-1, cytochrome b, and leptin genes.

Keywords: *Halal products, ELISA, PCR, PCR-RFLP.*

Abstrak: Produk halal sangat dibutuhkan oleh Negara dengan mayoritas penduduk beragama Islam. Produk pangan bisa dikatakan halal dikarenakan tidak mengandung bahan haram serta cara pengolahannya tidak bertentangan dengan syariat Islam. Bahan haram yang sering ditemukan dalam pangan yaitu babi dikarenakan rasanya yang gurih dan harganya relatif murah. Salah satu cara untuk penjaminan pangan yang berasal dari hewan yaitu dengan mengidentifikasi senyawa yang berasal dari babi dengan berbagai metode, diantaranya metode molekuler dan metode immunoassay. Studi ini dilakukan dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Pencarian jurnal menggunakan mesin pencarian Google Cendekia dan Scienedirect dengan kata kunci identifikasi, kandungan babi, immunoassay, deteksi babi, metode molekuler, *pork derivative analysis*. Pencarian dibatasi pada jurnal yang diterbitkan dalam waktu 10 tahun terakhir. Dari 16 jurnal yang telah di review, terdapat 1 jurnal yang berisi tentang metode immunoassay dan 15 jurnal lainnya berisi tentang metode molekuler. Hasil review dari ke-16 jurnal tersebut menjelaskan tentang metode deteksi yang digunakan pada metode molekuler yaitu metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR), dan metode *Polymerase Chain Reaction Restriction Fragment Length Polimorfism* (PCR-RFLP), pada metode immunoassay yaitu metode *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) serta menjelaskan prinsip dari metode PCR, PCR-RFLP, ELISA dan primer yang digunakan yaitu primer untuk mendeteksi gen PRE-1, sitkrom b, dan leptin.

Kata Kunci: *Produk halal, ELISA, PCR, PCR-RFLP.*

A. Pendahuluan

Halal berasal dari bahasa arab dalam Al-Qur'an dengan arti diizinkan, disetujui, diperbolehkan. Hal tersebut merujuk kepada pangan atau produk yang boleh dikonsumsi oleh muslim. Pedoman mengenai kehalalan suatu produk terdapat dalam Al-Qur'an surah Al-Maidah ayat 3 (Andriyani, Fais, & Muarifah, 2019). "Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, dan (daging) hewan yang disembelih bukan atas (nama) Allah, yang tercekik, yang dipukul, yang jatuh, yang ditanduk, dan yang diterkam binatang buas, kecuali yang sempat kamu sembelih. Dan (diharamkan pula) yang disembelih untuk berhala. Dan (diharamkan pula) mengundi nasib dengan azlam (anak panah) (karena) itu suatu perbuatan fasik. Pada hari ini orang-orang kafir telah putus asa untuk (mengalahkan) agamamu, sebab itu janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku. Pada hari ini telah Aku sempurnakan agamamu untukmu, dan telah Aku cukupkan nikmat-Ku bagimu, dan telah Aku ridai Islam sebagai agamamu. Tetapi barang siapa terpaksa karena lapar bukan karena ingin berbuat dosa, maka sungguh, Allah Maha Pengampun, Maha Penyayang (QS. Al-Ma'idah 5: Ayat 3).

Pangan bisa dikatakan halal karena tidak mengandung bahan haram yang dilarang untuk dikonsumsi oleh umat islam serta pengolahannya tidak bertentangan dengan syariat islam. Produk olahan pangan rentan mengandung babi, karena rasanya yang gurih serta harganya yang relatif murah (Rompis & Komansilan, 2014). Kandungan babi pada produk pangan olahan sulit untuk diidentifikasi karena tidak dapat dibedakan secara makroskopis (Andriyani, Fais, & Muarifah, 2019). Peredaran produk pangan olahan yang mengandung babi ini menjadi perhatian yang serius bagi para konsumen muslim (Meilinia, Achmad, Diyantoro, & Chrismanto, 2021).

Aspek halal perlu diperhatikan untuk melindungi konsumen yang beragama islam dari pemalsuan berupa penambahan babi ke dalam olahan pangan (Waharjani, 2015). Pengawasan kandungan babi dalam produk pangan perlu dilakukan untuk menjamin kehalalan pangan yang berbahan dasar hewani. Salah satu upaya untuk penjaminan pangan yang berasal dari hewan yaitu dengan mengidentifikasi senyawa yang berasal dari babi menggunakan berbagai metode seperti metode *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA), *electronic nose* (enose), *gas chromatography mass spectrometer with headspace analyzer* (GCMS-HS), imuno kromatografi (rapid test), *polymerase chain reaction* (PCR), *DNA hybridization* dan *liquid chromatography-mass spectrometry* (LC-MS) (Cahyaningsari, Latif, & Sudarnika, 2019). Metode molekuler dan immunoassay adalah dua metode yang banyak digunakan dalam pendeteksian kandungan babi karena memiliki kemampuan lebih baik, lebih spesifik dan akurat (Cahyaningsari, Latif, & Sudarnika, 2019).

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian kali ini akan dilakukan studi *systematic literature review* mengenai metode analisis kandungan babi dalam makanan secara molekuler dan immunoassay. Rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah bagaimana prinsip metode immunoassay dalam mendeteksi kandungan babi dalam produk makanan berdasarkan literatur, bagaimana prinsip metode molekuler dalam mendeteksi kandungan babi dalam produk makanan berdasarkan literatur, apakah kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode tersebut berdasarkan literatur. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui prinsip metode immunoassay dan metode molekuler dalam mendeteksi adanya kandungan babi pada produk makanan, mengetahui kelebihan dan kekurangan dari kedua metode tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi ilmiah mengenai metode molekuler dan immunoassay yang paling cocok untuk mendeteksi kandungan babi dalam makanan.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR) diawali dengan pencarian pustaka, pemilihan pustaka berdasarkan kriteria inklusi dan kualitas pustaka, ekstraksi data dari pustaka terpilih dan analisis data. Pencarian pustaka berupa jurnal atau artikel dilakukan melalui mesin pencari ilmiah yaitu Google Cendekia dan Sciencedirect dengan menggunakan kata kunci "identifikasi". "kandungan babi", "immunoassay", "deteksi

babi”, “metode molekuler”, “*pork derivative analysis*”. Kata kunci tersebut digunakan dalam bentuk tunggal atau kombinasi. Pencarian dibatasi pada jurnal yang diterbitkan dalam waktu 10 tahun terakhir, yang dituliskan Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris. Jurnal yang diperoleh dari hasil pencarian menggunakan kata kunci tersebut, kemudian dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi untuk pemilihan jurnal adalah jurnal bertema pengembangan metode molekuler dan metode immunoassay yang dapat mengidentifikasi kandungan babi dalam pangan. Kriteria eksklusi berupa data selain analisis derivat babi dengan menggunakan metode molekuler dan metode immunoassay. Jurnal yang telah ditelaah berdasarkan judul, abstrak dan isi jurnal lengkap. Selanjutnya dilakukan ekstraksi data, data yang akan diambil yaitu identifikasi kandungan babi pada olahan pangan, prinsip metode molekuler dan *immunoassay*. Analisis data dengan cara membandingkan metode yang dapat mengidentifikasi kandungan babi dengan baik.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Kajian Studi Literatur

Dalam penelitian ini didapatkan artikel dari mesin pencarian Google Cendekia (n = 120) dan Science Direct (n = 756). Setelah proses pencarian artikel, selanjutnya disaring berdasarkan rentang waktu 10 tahun terakhir sehingga didapatkan 28 artikel. Artikel disaring kembali dengan cara melihat keseluruhan artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi, didapatkan 16 yang sesuai berupa 4 jurnal berbahasa Indonesia dan 12 jurnal berbahasa Inggris. Artikel yang sudah dianalisis disajikan dalam bentuk tabel.

Prinsip Metode Immunoassay dalam Mendeteksi Kandungan Babi dalam Produk Makanan

Metode *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) merupakan teknik deteksi dengan metode serologis berdasarkan reaksi spesifik antigen dan antibodi serta memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi menggunakan enzim yang berfungsi sebagai indikator. Prinsip dasar ELISA yaitu interaksi antara konjugat antibodi atau antigen yang dilabel enzim yang dilekatkan pada suatu permukaan fase padat dengan antibodi atau antigen yang berasal dari sampel (Iromo & Farizah, 2014). Label enzim akan bereaksi dengan substrat dan menghasilkan warna. Warna ini dapat ditentukan secara kualitatif dengan cara melihatnya langsung dengan mata atau secara kuantitatif dengan cara pembacaan nilai absorbansi (OD) pada ELISA *plate reader* (Iromo & Farizah, 2014). Deteksi kandungan babi dengan menggunakan metode immunoassay tersaji dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Metode Immunoassay

Metode	Senyawa yang Dideteksi	Sampel	Reagen	Detektor	Pustaka
<i>Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA)</i>	Immunoglobulin G	Daging sapi dan daging babi segar yang dicampurkan, bakso dari campuran daging babi dan sapi	Antibody IgG-antiperoksidase babi	Menggunakan ELISA plate reader (biotek) pada panjang gelombang 450 nm	(Mandli, Fatimi, Seddaoui, & Amine, 2018)

Pada artikel yang ditulis oleh Jihane Mandli, Imane EL Fatimi, Narjiss Seddaoui, Aziz Amine yang tercantum dalam **Tabel 1**, telah dilakukan deteksi kandungan babi dalam produk makanan dengan metode immunoassay ELISA. Metode ELISA pada jurnal tersebut

mendeteksi Immunoglobulin G pada sampel campuran daging sapi dan daging babi segar serta bakso dari campuran daging babi dan sapi. Secara umum, Immunoglobulin G (IgG) merupakan komponen utama dari immunoglobulin serum yang memiliki berat molekul sebesar 160.000 dalton. (Charisma, Farida, & Anwari, 2020). Reagen yang digunakan yaitu Antibodi IgG – anti peroksidase babi dengan menggunakan ELISA *plate reader* (biotek) pada panjang gelombang 450 nm. Metode ELISA pada jurnal ini tidak mencantumkan parameter validasi.

Prinsip Metode Molekuler dalam Mendeteksi Kandungan Babi dalam Produk Makanan

Berdasarkan analisis terhadap 15 artikel (Tabel 3.2) mengenai deteksi kandungan babi dalam produk makanan dengan metode molekuler, didapatkan bahwa pada metode tersebut sebagian besar menggunakan metode PCR dengan primer spesifik babi seperti primer P14. Primer merupakan nukleotida yang berukuran 18-30 nt, digunakan untuk membatasi fragmen DNA target yang akan diamplifikasi (Astari, Dewi, Setyaningrum, & Lidya, 2021). Primer P14 ini merupakan primer standar untuk mengidentifikasi kandungan DNA babi pada suatu produk dengan panjang nukleotida 481 pb. Primer P14 merupakan primer yang dapat mengamplifikasi lokus PRE-1 pada genom babi yang menghasilkan panjang basa sebesar 481 bp (Priyanka, Ristiarini, & Yuda, 2017). Lokus *Porcine Repetitive Element* (PRE-1) merupakan sekuen *Short Interspersed Nucleotide Element* (SINE) genom babi (Doin, Kartika, & Sulistyaningtyas, 2019). Ciri khas dari lokus PRE-1 ini yaitu memiliki *split* promotor RNA polymerase III dan kaya akan poly (A) pada ujung 3'. Sekuen dari PRE-1 terletak pada bagian sentromer dari kromosom di dalam genom babi (Nuraini, 2004). Lokus PRE-1 yang diwakili oleh primer P14 hanya terdapat pada DNA genom babi dan tidak terdapat pada DNA genom sapi (Fibriana, Widiyanti, Retnoningsih, & Susanti, 2012).

Selain amplifikasi pada lokus PRE-1, identifikasi babi juga dapat dilakukan dengan amplifikasi Sitokrom b. Sitokrom b merupakan bagian dari DNA mitokondria yang bisa digunakan dalam identifikasi jenis daging sebagai penanda jenis hewan, gen sitokrom b ini dimiliki oleh setiap jenis hewan dengan daerah spesifik tertentu yang membedakan tiap jenisnya (Bottaro, Marchetti, Mottola, Shehu, & Pinto, 2014). Pada tiap sel memiliki sekitar seribu mitokondria dan masing-masing mitokondria memiliki 10 salinan DNA sehingga ketika gen sitokrom b digunakan sebagai DNA target dapat meningkatkan sensitivitas hasil PCR (Primasari, 2011). Gen lain yang digunakan untuk identifikasi kandungan babi dalam makanan adalah leptin, leptin dengan panjang fragmen spesifik 152 bp dapat digunakan untuk membedakan kandungan babi dalam makanan dengan daging dari spesies lainnya (Margawati, Ridwan, & Indriawati, 2011).

Prinsip dari PCR ini yaitu teknik sintesis dan amplifikasi DNA menggunakan enzim polymerase di suhu tinggi yang dilakukan secara berulang. Proses PCR ini diawali oleh primer DNA yang akan menempel pada untai tunggal DNA yang terjadi saat suhu diturunkan (Puspitaningrum, R, & Adhiyanto, C, & Solihin, 2018). Proses reaksi pada PCR terdiri dari 3 tahapan yaitu, denaturasi, penempelan dan elongasi, tahapan tersebut dilakukan pada suhu yang telah diatur. Panjang target DNA berjumlah puluhan sampai ribuan nukleotida yang posisinya diapit oleh sepasang primer (Muladno, 2010). Pada jurnal yang dianalisis, kondisi pengukuran amplifikasi berjumlah puluhan yaitu antara 25 sampai 45 siklus. Pada proses reaksi PCR terdapat proses *annealing* atau penempelan primer pada DNA template yang akan menentukan spesifisitas dan banyaknya DNA yang diamplifikasi (Wardani & Sari, 2015). Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan isolasi dan amplifikasi DNA template pada tahap ini yaitu suhu agar amplifikasi DNA berjalan optimal, jika suhu terlalu tinggi maka proses amplifikasi akan gagal sedangkan jika suhu terlalu rendah maka spesifisitas DNA yang terbentuk akan rendah (Wardani & Sari, 2015). Sampel yang digunakan yaitu produk olahan berbahan dasar daging maupun daging segar. Pada artikel yang ditulis oleh Fibriana, Widiyanti, Retnoningsih & Susanti, ukuran produk PCR yang dihasilkan yaitu sebesar 481 bp dengan menggunakan primer P14, ini menunjukkan bahwa primer P14 mempunyai spesifisitas yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penanda antara produk pangan yang tercemar oleh babi dan produk yang tidak tercemar oleh babi (Lessy, Wulandari, Supriyatin, & Syafeti, 2021).

Kelebihan dan Kekurangan dari Metode Molekuler dan Metode Immunoassay

Kelebihan dan kekurangan dari metode molekuler dan metode immunoassay disajikan dalam **Tabel 2**. Metode molekuler memiliki kelebihan yaitu akurat, sensitivitas tinggi, waktu analisa cepat, tidak membutuhkan sampel DNA yang banyak dan memiliki kekurangan yaitu harganya yang cukup mahal. Metode immunoassay memiliki kelebihan yaitu mudah, relatif murah, hanya menggunakan antibodi monoklonal dan memiliki kekurangan yaitu membutuhkan instrumen yang banyak.

Tabel 2. Kekurangan dan Kelebihan Metode Molekuler dan Metode Immunoassay

Metode	Kelebihan	Kekurangan
Immunoassay: <i>Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Cepat - Relatif murah - Mudah - Lebih sensitive - Akurat (Rohima & Nurminabari, 2018) - Hanya menggunakan antibody monoklonal (hanya mengenal satu antigen yang spesifik) (Santosa, S,KM.,M.Si.Med, 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan instrument yang banyak (tidak praktis) (Pratiwi, Widajanti, & Nugraheni, 2020)
Molekuler : <i>Polymerase Chain Reaction (PCR) Konvensional</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Akurat (Fitri, Farida, & Prasetyo, 2021) - Sensitivitas tinggi - Waktu analisis cepat - Sampel DNA yang dibutuhkan sedikit (Astari, Dewi, Setyaningrum, & Lidya, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> - Persiapan sampel dengan harga yang cukup mahal - Menggunakan mesin pengatur suhu (thermal cycler) (K, Wulandari, Rodja, Urjiyah, Fibriani, & Putri, 2021)
Molekuler : <i>Polymerase Chain Reaction Restriction Fragment Length Polimorfism (PCR-RFLP)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak membutuhkan sampel DNA yang banyak karena dapat diperbanyak oleh metode PCR - Biaya analisis murah, hasil sangat sensitif (Erni & Wathon, 2018). 	<ul style="list-style-type: none"> - Waktu yang dibutuhkan lama (Erwanto, Sugiyono, Rohman, Abidin, & Ariyani, 2012)

C. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan pengkajian dari 16 artikel mengenai metode molekuler dan metode immunoassay yang dapat mengidentifikasi kandungan babi dalam pangan yaitu :

1. Prinsip metode immunoassay dalam mendeteksi kandungan babi dalam produk makanan dengan cara interaksi antara konjugat IgG-antiperoksidase babi yang dilabeli enzim dengan peroksidase babi yang ada dalam sampel, kemudian enzim akan bereaksi dengan substrat dan menghasilkan warna yang dapat ditentukan secara kualitatif atau secara kuantitatif dengan menggunakan *ELISA Plate Reader*.
2. Prinsip metode molekuler dalam mendeteksi kandungan babi dalam produk makanan dengan cara amplifikasi DNA menggunakan enzim polymerase di suhu tinggi dan dilakukan secara berulang. Diawali oleh primer DNA yang akan menempel pada untai tunggal DNA ketika suhu diturunkan. Primer yang digunakan yaitu primer untuk mendeteksi gen PRE-1, sitokrom b dan leptin.
3. Kelebihan dari metode *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) yaitu cepat, relatif murah, mudah, hanya menggunakan antibodi monoklonal (hanya mengenal satu antigen yang spesifik), lebih sensitif dan akurat. Sedangkan kekurangannya yaitu membutuhkan instrument yang banyak (tidak praktis). Kelebihan dari metode Polymerase Chain Reaction (PCR) konvensional yaitu akurat, sensitivitas tinggi, waktu analisa cepat, sampel DNA yang dibutuhkan sedikit. Sedangkan kekurangannya yaitu persiapan sampel dengan harga yang cukup mahal, menggunakan mesin pengatur suhu. Kelebihan dari metode Polymerase Chain Reaction Restriction Fragment Length Polimorfism (PCR-RFLP) yaitu tidak membutuhkan sampel DNA yang banyak karena sampel DNA dapat diperbanyak dengan metode PCR, biaya analisis murah, hasil sangat sensitif. Sedangkan kekurangannya yaitu waktu yang dibutuhkan lama.

D. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan dukungan, do'a, bimbingan dan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis selama menyelesaikan prosiding ini. Oleh karena itu, penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih kepada Bapak Abdul Kudus, M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Bandung. Ibu apt. Sani Ega Priani, M.Si. selaku Ketua Program Studi Farmasi Universitas Islam Bandung. Ibu apt. Bertha Rusdi, M.Si., Ph.D. dan ibu apt. Anggi Arumsari, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing serta memberikan arahan yang sangat berharga bagi penulis. Ibu Esti Rachmawati Sadiyah, M.Si. selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan selama berkuliah di Unisba dan seluruh Dosen Farmasi Universitas Islam Bandung yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat. Kedua orang tua penulis, Bapak Budiyan dan Ibu Nur Kusnayani yang selalu memberikan semangat, kasih sayang, do'a serta dukungan baik moril maupun materil. Kakak penulis, Ryan Taufik Hidayat Kantona beserta istrinya Alfiani Variza Rafmi yang selalu memberikan semangat dan dukungan. Teman seperjuangan, Annisa Ajeung Wulandari, Nabila Fitri Handayani, Siti Nurhalizah, dan Sylvie Kurniasih yang telah memberikan semangat, bantuan, do'a dan dukungan.

E. Daftar Pustaka

- [1] Andriyani, E., Fais, N. L., & Muarifah, S. (2019). Perkembangan Penelitian Metode Deteksi Kandungan Babi Untuk Menjamin Kehalalan Produk Pangan Olahan. *Journal of Islamic Studies and Humanities*, 107.
- [2] Astari, D. D., Dewi, S. G., Setyaningrum, S., & Lidya, B. (2021). Perancangan Primer untuk Deteksi Kandungan Gen Cytochrome b Babi dengan Metode Polymerase Chain reaction dan Aplikasinya pada Berbagai Produk Industri. *Fullerene Journal Of Chemistry Vol.6 No.2*, 110-117.
- [3] Bottaro, M., Marchetti, P., Mottola, A., Shehu, F., & Pinto, A. D. (2014). Detection of Mislabeled in Packaged Chicken Sausages By PCR. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, 455-460.
- [4] Cahyaningsari, D., Latif, H., & Sudarnika, E. (2019). Identifikasi Penambahan Daging pada Pangan Berbahan dasar Daging Sapi Menggunakan ELISA dan qPCR. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 17-25.

- [5] Charisma, A. M., Farida, A. E., & Anwari, F. (2020). Diagnosis Dengue Melalui Deteksi Antibodi Immunoglobulin G Spesifik Dalam Sampel Urine dengan Teknik ELISA. *ASPIRATOR*, 11-18.
- [6] Doin, Y. K., Kartika, A. I., & Sulistyanyingtyas, A. R. (2019). Deteksi Gen PRE-1 pada Sosis yang Diperjualbelikan di Kedungmundu. *Prosiding Mahasiswa Seminar Nasional Unimus*, 293-298.
- [7] Erni, E., & Wathon, S. (2018). Pengembangan Sistem Deteksi HPV (Human Papilloma Virus) Berbasis Marka Molekuler PCR-RFLP. *Bio Trends Vol. 9 No. 2*, 48-55.
- [8] Erwanto, Y., Sugiyono, Rohman, A., Abidin, M. Z., & Ariyani, D. (2012). Identifikasi Daging Babi Menggunakan Metode PCR-RFLP Gen Cytochrome b dan PCR Primer Spesifik Gen Amelogenin. *AGRITECH*, 370-377.
- [9] Fibriana, F., Widiyanti, T., Retnoningsih, A., & susanti. (2012). Deteksi Daging Babi Pada Produk Bakso Di Pusat Kota Salatiga Menggunakan Teknik polymerase chain reaction. *Biosantifika*, 107.
- [10] Fitri, R. A., Farida, & Prasetio, E. (2021). Perbandingan Metode PCR Konvensional Dengan Metode PCR Portable Kit Untuk Deteksi WSSV Pada Udang Vannamei. *Jurnal Ruaya Vol 9. No. 1*, 54-62.
- [11] Iromo, H., & Farizah, N. (2014). Analisis Kandungan Hormon Tiroksin Dengan Metode ELISA Pada Induk Betina Kepiting Bakau (*Scylla serrata*). *Jurnal Harpodon Borneo*, 1-8.
- [12] K, M. P., Wulandari, K. K., Rodja, H. A., Urjiyah, U. G., Fibriani, E., & Putri, F. A. (2021). Teknik Diagnostik Konvensional dan Lanjutan Untuk Infeksi Bakteri dan Resistensi Antibakteri di Indonesia. *Widia Biologi*, 98-116.
- [13] Lessy, N. S., Wulandari, S. W., Supriyatin, E., & Syafeti, K. D. (2021). Deteksi Molekuler Cemaran Daging Babi Pada Produk Bakso Sapi di Kota Kebumen. *AL-KAUNIYAH: Jurnal Biologi*, 275-281.
- [14] Margawati, E. T., Ridwan, M., & Indriawati. (2011). A Sensitive Method for Identification of Porcine Contaminant in Unprocessed Food by PCR Amplification Technique. *Biota Vol. 16*. 342-347.
- [15] Muladno. (2010). *Teknologi Rekayasa Genetik Edisi Kedua*. Bogor (ID): IPB Press.
- [16] Meilinia, S., Achmad, A. B., 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 Vol.11 No.2*, 32-38.
- [17] Nuraini, H. (2004). *Pengembangan Sekuen PRE-1 Sebagai Penanda Molekuler Untuk Mendeteksi Material Babbi Pada Produk Daging Olahan*. Bogor: IPB.
- [18] Pratiwi, A. D., Widajanti, L., & Nugraheni, S. A. (2020). Penerapan Sistem Jaminan Halal dan Kandungan Gizi Bakso Sapi Produksi Usaha Mikro di Pasar Rasamala Banyumaniak Kota Semarang Tahun 2019. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-journal) Volume. 8 Nomor 1*, 152-159.
- [19] Primasari, A. (2011). Sensitivitas Gen Sitokrom B (Cyt b) Sebagai Marka Spesifik Pada Genus Rattus dan Mus Untuk Menjamin Keamanan Pangan Produk Asal Daging.
- [20] Priyanka, V. A., Ristiarini, S., & Yuda, p. (2017). Deteksi Cemaran Daging Babi pada Produk Sosis Sapi di Kota Yogyakarta dengan Metode Polymerase Chain Reaction. *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 1-17.
- [21] Puspitaningrum, R., & Adhiyanto, C., & Solihin. (2018). *Genetika Molekuler Dan Aplikasinya*. Deepublish.
- [22] Rohima, I. E., & Nurminabari, I. S. (2018). Identifikasi Protein Hewani Pada Produk Bumbu Instan Dengan Metode Elisa (Enzyme Linked Immunosorbent Assay). *Pasundan Food Technology Journal Volume 5. no.3*, 167-169.
- [23] Rompis, J. E., & Komansilan, S. (2014). Efektivitas Cara Pemasakan Terhadap

- Karakteristik Fisik Masakan Daging babi Hutan. *Zootec Journal*, 65.
- [24] Santosa, S.KM., M.Si.Med, D. (2020). *Teknik ELISA Metode Untuk Pengukuran Protein Metallothionein pada Daun Padi Ir Bagendit*. Semarang: Penerbit Unimus Press.
- [25] Waharjani. (2015). Makanan yang Halal Lagi Baik dan Implikasinya Terhadap Kesalehan Seseorang. *Jurnal Kmunikasi dan Pendidikan Islam Vol. 4 No. 2*, 193.
- [26] Wardani, A. K., & Sari, E. P. (2015). Deteksi Molekuler Cemaran Daging Babi pada Bakso Sapi di Pasar Tradisional Kota Malang Menggunakan PCR (Polymerase Chain Reaction). *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3 No. 4* , 1294-1301.