

DOI <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v8i1.1258>

# Sistem Identifikasi Titik Kritis Halal Menggunakan Algoritma Forward Chaining

Alexander Moya Hin<sup>1</sup>, Adhi Kusnadi<sup>1\*</sup>, Marlinda Vasty Overbeek<sup>1</sup>, Oqke Prawira<sup>2</sup>,  
Yaman Khaeruzzaman<sup>1</sup>, Syarief Gerald Prasetya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Gading Serpong, Tangerang, 15111

<sup>2</sup>Perhotelan, Fakultas Perhotelan, Universitas Multimedia Nusantara, Gading Serpong, Tangerang, 15111

<sup>3</sup>Akutansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Binaniaga Indonesia, Bantarjati, Bogor, 15111

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: [adhi.kusnadi@umn.ac.id](mailto:adhi.kusnadi@umn.ac.id)

**Abstract** – Halal products are obligatory to be used by people who are Muslim. When viewed in terms of the number of the Muslim population in the world and Indonesia, halal products have very potential economic opportunities. However, halal products have the risk of becoming non-halal if the accompanying process and storage do not follow halal rules. Therefore, it is necessary to identify the critical halal point, the point where the potential for such change occurs. So far, identification is made manually, of course there will be opportunities for identification errors to happen and it will take a relatively long time. To overcome these problems, identification can use a computer-based system. Forward chaining is an algorithm that is suitable for identifying halal points, because in SJH LPPOM MUI there is a decision tree for identifying halal critical points which is carried out in the same forward sequence as the forward chaining algorithm process flow. The development of a halal critical point identification system is carried out using the Software Development Life Cycle V-model method, the PHP programming language and the MySQL Database Management System. The system was successfully tested using Whitebox testing, including unit testing, integration testing, and overall system testing. Then testing using Blackbox testing techniques by comparing the results of identifying critical points using the system with the results of identifying critical points manually producing the same results. User satisfaction testing was also carried out using the End User Computing Satisfaction method and obtained an average satisfaction score of 86.53%.

**Abstrak** - Produk halal wajib hukumnya digunakan oleh orang yang beragama islam. Jika dilihat dari segi jumlah penduduk muslim di dunia maupun di Indonesia, produk halal memiliki peluang ekonomi yang sangat potensial. Akan tetapi produk halal memiliki resiko menjadi tidak halal jika proses dan penyimpanan yang menyertainya tidak mengikuti kaidah halal. Oleh karena itu perlu diidentifikasi titik kritis halal, titik dimana terjadi potensi perubahan tersebut. Selama ini identifikasi dilakukan secara manual, tentu akan memiliki peluang terjadinya kesalahan identifikasi dan memakan waktu relatif lama, untuk mengatasi masalah tersebut identifikasi dapat menggunakan sistem berbasis komputer. *Forward chaining* adalah algoritma yang cocok digunakan untuk identifikasi titik halal, karena dalam SJH LPPOM MUI terdapat pohon keputusan identifikasi titik kritis halal yang dilakukan secara urut maju sama dengan alur proses algoritma *forward chaining*. Pengembangan sistem identifikasi titik kritis halal dilakukan dengan menggunakan metode Software Development Life Cycle V-model, bahasa pemrograman PHP dan Database Management System MySQL. Sistem berhasil diuji dengan menggunakan whitebox testing antara lain pengujian unit, pengujian penggabungan dan pengujian sistem secara menyeluruh. Kemudian pengujian menggunakan teknik blackbox testing dengan membandingkan hasil identifikasi titik kritis menggunakan sistem dengan hasil identifikasi titik kritis secara manual menghasilkan hasil yang sama. Pengujian kepuasan pengguna juga dilakukan dengan menggunakan metode End User Computing Satisfaction dan mendapatkan nilai rata-rata kepuasan sebesar 86,53%.

**Keywords** – *halal products, critical halal point, AI, forward chaining*

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan mayoritas penduduk beragama Islam, berdasarkan data *Royal Islamic Strategic Studies Centre (RISSC)*, terdapat 231,06 juta penduduk Indonesia yang beragama Islam atau setara dengan 86,7% penduduk Indonesia [1], umat Islam wajib hukumnya menggunakan produk halal. Sehingga produk halal merupakan potensi ekonomi yang menjanjikan. Pengeluaran umat muslim untuk produk halal di dunia di tahun 2017 mencapai 2,3 triliun dollar Amerika dan diperkirakan akan naik terus hingga mencapai 3 triliun dolar per tahunnya pada tahun 2030 [2].

Halal adalah sesuatu yang tidak mengandung unsur atau bahan haram atau dilarang untuk dikonsumsi oleh umat Islam. Selain itu pengolahan dan penyimpanannya tidak bertentangan dengan hukum Islam. Makanan halal memiliki sifat, bahan, teknik pengolahan, penanganan, penggunaan berbagai metode dari awal hingga akhir yang disetujui dan direkomendasikan oleh hukum Islam. Produk halal merupakan sesuatu yang sangat penting [3], tetapi memiliki resiko menjadi tidak halal [4], sesuatu yang halal dapat menjadi haram jika proses dan penyimpanannya tidak mengikuti prosedur halal, oleh karena itu perlu diidentifikasi titik kritis dimana potensi tersebut berada [5], titik kritis adalah suatu titik dalam suatu proses, langkah dan bahan yang menentukan halal ataupun haramnya suatu produk berdasarkan syariat islam. Jika terdapat kesalahan sedikit saja dalam eksekusi, maka produk yang seharusnya halal dapat menjadi bersifat haram.

Penelitian-penelitian mengenai identifikasi titik kritis sudah pernah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian [6][7][8][9], dilakukan identifikasi titik kritis halal pada berbagai bahan dan makanan. Namun penelitian penelitian tersebut masih melakukannya secara manual. Oleh karena itu, pada penelitian ini identifikasi dilakukan menggunakan sistem, dengan memanfaatkan teknologi komputer berbasis algoritma.

Pengaplikasian teknologi komputer dapat dimanfaatkan untuk sebuah sistem dengan kinerja yang lebih cepat dibandingkan manual [10], salah satu algoritma yang dapat digunakan adalah Algoritma forward chaining, algoritma ini merupakan algoritma yang runut maju untuk menentukan langkah berikutnya [11], algoritma

forward chaining akan bekerja dengan lebih baik untuk mencari kesimpulan yang ditarik dari pengumpulan suatu informasi [12], sehingga informasi-informasi mengenai bahan dan cara penyimpanannya dapat dimanfaatkan untuk mencari titik kritis suatu bahan.

Pengaplikasian algoritma forward chaining cocok digunakan untuk menentukan titik kritis halal. arena penentuan titik kritis halal pada Sistem Jaminan Halal oleh Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia (SJH LPPOM MUI) [13], dilakukan secara urut maju dalam bentuk pohon keputusan. Proses ini sama dengan langkah pada algoritma forward chaining.

Sistem identifikasi ini fokus pada modul konsultasi untuk identifikasi titik kritis halal bahan pada sebuah sistem informasi halal yang sedang dikembangkan. Identifikasi dapat dilakukan pada berbagai macam bahan dan dapat dilakukan secara mudah karena dibuat melalui pertanyaan pertanyaan yang mudah dijawab sampai pada kesimpulan mengenai titik titik dimana saja terdapat titik kritis halal pada bahan atau makanan yang diujikan. Kemudahan pemakaian dapat dimanfaatkan oleh orang banyak yang awam sekalipun yang tidak paham terhadap konsep halal.

## METODE

Pembuatan sistem dilakukan secara sistematis dengan melalui tahapan tahapan berikut :

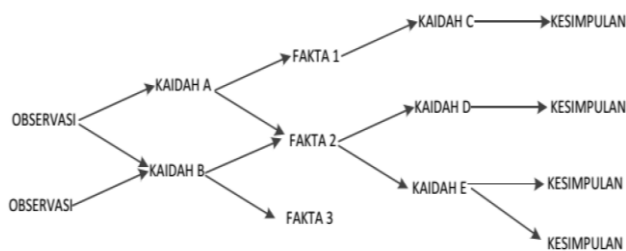
### Studi Pustaka

Mempelajari teori-teori dasar mengenai titik kritis, halal dan haram dilakukan dengan mempelajari, buku, publikasi-publikasi terkait dan manual SJH LPPOM MUI. Selain itu dipelajari juga teori terkait algoritma forward chaining.

### Forward Chaining

Forward Chaining adalah metode pencarian/penarikan kesimpulan berdasarkan data atau fakta yang ada menuju pada kesimpulan, pencarian dimulai dari fakta-fakta yang ada kemudian bergerak maju melalui premis-premis untuk sampai pada kesimpulan/penalaran yang bersifat bottom up. Pencarian forward chaining dari suatu masalah ke solusi [14].

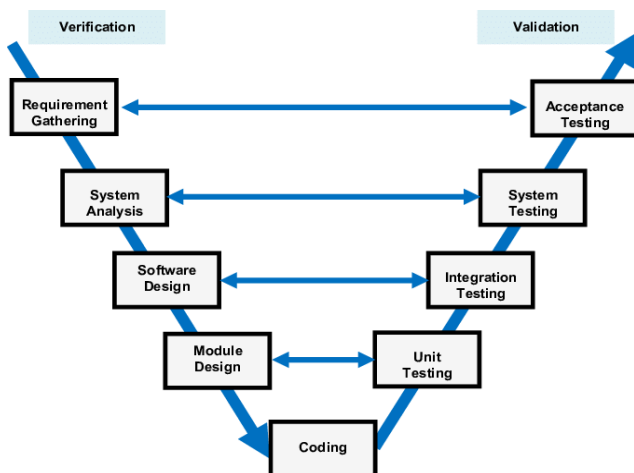
Dimulai dari bagian sebelah kiri (IF) yang merupakan pencocokan fakta atau pernyataan yaitu merupakan fakta (premis-premis) dari informasi dimana fakta ini akan menjadi masukan bagi komputer, kemudian akan mengarahkan kepada kesimpulan atau *derived information* (THEN). Bentuknya dapat dimodelkan sebagai berikut: IF (informasi masukan) THEN (kesimpulan) Informasi masukan dapat berupa data, bukti, temuan atau gejala. Sedangkan kesimpulan dapat berupa tujuan, hipotesa, penjelasan atau diagnosa. Sehingga arah pencarian penalaran ke depan atau runut maju dimulai dari data hasil obsevasi menuju tujuan atau kesimpulan, dari bukti menuju hipotesa, atau dari gejala menuju diagnosa. Penjelasan lebih lanjut alur algoritma dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Forward Chaining

**Pengembangan Piranti Lunak**

Metode V-Model digunakan dalam pembangunan sistem ini karena setiap tahapannya diuji. Sehingga pengujian tidak dilakukan bersamaan dengan dalam tahap pengembangan, berbeda dengan metode agile yang melakukan pengujiannya pada setiap tahap sprint [15], tahapan-tahapan metode V-model digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. V-Model

Penjelasan gambar dijelaskan sebagai berikut:

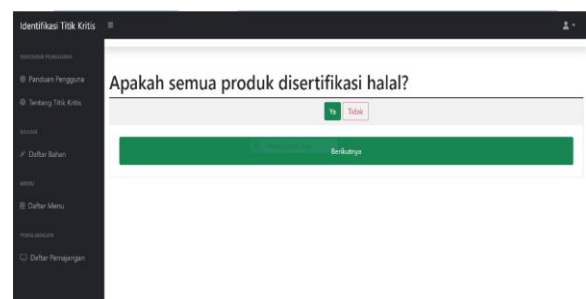
Pengumpulan kebutuhan sistem dengan mempelajari aturan-aturan yang berlaku dan berkonsultasi pada pakar seorang kepala juru masak di Hotel Grand Zuri BSD Tangerang. Karena hotel tersebut telah menerapkan aturan jaminan halal pada setiap proses yang ada. Analisis sistem, dengan cara mempelajari sistem yang ada atau sejenis. Desain piranti lunak, salah satu diagram yang disertakan pada publikasi ini adalah salah satu implementasi pohon keputusan dalam SJH LPPOM MUI ke dalam bentuk runut maju forward chaining (Gambar 3).



Gambar 3. Contoh Alur penelusuran identifikasi titik kritis bahan

Desain modul. perancangan dilaksanakan untuk memastikan komponen-komponen dasar pada masing-masing modul dapat bekerja dengan baik, untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi saat komponen-komponen dasar disatukan menjadi sebuah aplikasi utuh.

Pembuatan kode, implementasi desain kedalam bentuk aplikasi menggunakan piranti lunak Xampp Control Panel v3.2.4, Visual Studio Code Versi 1.64.1, Google Chrome Version 98.0.4758.82 (Official Build) (64-bit). Sebagai contoh Gambar 4 merupakan implementasi sistem identifikasi titik kritis halal berupa pertanyaan-pertanyaan yang dibuat berdasarkan pohon keputusan dalam SJH LPPOM MUI.



Gambar 4. Contoh Halaman Pertanyaan Pada Modul Identifikasi Titik Kritis

Perpindahan pertanyaan akan sesuai dengan pohon keputusan dengan menggunakan algoritma forward chaining. Pengujian unit, melakukan validasi terhadap segala kemungkinan yang terjadi pada modul sistem. Sehingga apabila ada kesalahan-

kesalahan yang terjadi saat unit diuji, pengembangan piranti lunak akan kembali ke tahapan desain modul.

Pengujian penggabungan, melakukan pengujian terhadap penggabungan modul modul. Sehingga apabila ada ketidaksesuaian dalam penggabungan modul, pengembangan piranti lunak akan Kembali ke tahapan desain piranti lunak.

Pengujian sistem, pengujian sistem secara utuh dilakukan setelah aplikasi yang dibuat, di hosting pada server.

Pengujian penerimaan, dilakukan dengan memberikan akses kepada *end-user* untuk melakukan pengujian terhadap tingkat kepuasan berdasarkan *End User Computing Satisfaction* (EUCS), meliputi konten, akurasi, format, kemudahan pengguna dan ketepatan waktu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Unit

Berdasarkan hasil pengujian, modul sudah sesuai dengan sesuai dengan perancangan yang dilakukan.

### Pengujian Penggabungan

Sistem di-hosting pada platform 000 webhost. Dengan url aplikasi sebagai berikut: <https://criticalpointidentification.000webhostapp.com/> Setelah itu dilakukan untuk menyesuaikan konfigurasi dari *local server* menjadi *web server* dan uji penggabungan modul telah berhasil dilakukan.

### Pengujian Sistem

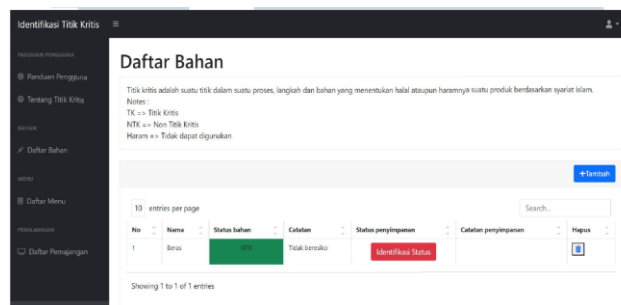
Uji coba dilakukan terhadap sistem dengan melakukan perbandingan antara hasil identifikasi titik kritis yang dilakukan oleh sistem dan basis aturan yang ada atau secara *manual*. Tabel 1 menjabarkan sebagian jawaban-jawaban yang diberikan terhadap pertanyaan-pertanyaan mengenai bahan makanan.

Tabel 1. Contoh Uji identifikasi manual

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah bahan yang digunakan tergolong bahan nabati?	Ya
2	Apakah bahan nabati yang digunakan mengalami pengolahan?	Ya
3	Apakah bahan nabati yang tidak mengalami pengolahan melewati tahapan kultivasi mikrobial?	N/A
4	Apakah bahan nabati yang	

No	Pertanyaan	Jawaban
	melewati tahapan kultivasi mikrobial melewati tahapan fermentasi Khamr?	

Dari jawaban-jawaban yang diberikan, dibuat basis aturannya menjadi "IF Bahan Nabati AND Bahan melewati pengolahan AND tidak melewati tahapan kultivasi mikrobial AND tidak menggunakan bahan tambahan" dengan hasil keputusan Non Titik kritis untuk bahan. Dapat dilihat jika pada tiga pertanyaan awal selalu dijawab "Ya", maka sistem sudah dapat memutuskan bahwa pada bahan tidak terdapat titik kritis halal, sehingga pertanyaan keempat tidak perlu dijawab. Hal sama dilakukan pada pohon pohon keputusan lain yang ada pada SJH LPPOM MUI. Hasil perbandingan menyatakan hasil yang sama anantara identifikasi titik kritis halal yang dilakukan sistem (Gambar 5) dengan secara manual.



Gambar 5. Hasil pengujian identifikasi titik kritis bahan

### Pengujian Penerimaan

Setelah pengujian sistem selesai dilakukan, pengujian penerimaan dilakukan terhadap sistem menggunakan metode EUCS. Berdasarkan dimensi yang diukur, maka dibuatlah daftar pertanyaan seperti pada tabel 2 dengan skala pengukuran Likert.

Tabel 2. Daftar Pertanyaan yang diajukan

No	Dimensi	Pertanyaan
1	Konten	Menurut anda, apakah sistem identifikasi titik kritis yang dibuat memberikan informasi yang sesuai dengan kegunaan sistem?
2	Konten	Menurut anda, apakah sistem identifikasi titik kritis yang dibuat mudah dipahami?
3	Akurasi	Menurut anda, apakah sistem identifikasi titik kritis yang dibuat menampilkan informasi yang akurat?
4	Format	Menurut anda, apakah anda puas terhadap tampilan dari sistem identifikasi titik kritis yang dibuat?

No	Dimensi	Pertanyaan
5	Kemudahan Pengguna	Menurut anda, apakah sistem identifikasi titik kritis yang dibuat mudah digunakan?
6	Ketepatan Waktu	Menurut anda, apakah sistem identifikasi titik kritis cepat dalam mengidentifikasi titik kritis?

Kuesioner disebar secara random kepada siapa saja yang konsen terhadap makanan atau bahan halal sebanyak 41 orang [16], hasil dari survei didapat sebagai berikut:

Pertanyaan pertama, 49% setuju dan 39% sangat setuju bahwa sistem yang dibuat memberikan informasi yang sesuai dengan kegunaan sistem, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa 88% pengguna yang mencoba sistem setuju bahwa sistem yang dibuat memberikan konten yang sesuai. Hal ini disebabkan karena konten-konten yang ditampilkan sudah sesuai dengan ekspektasi dari responden.

Pertanyaan kedua, 43% setuju dan 47% sangat setuju sistem yang dibuat mudah untuk dipahami, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa 90% pengguna yang mencoba sistem setuju bahwa konten pada sistem yang dibuat mudah untuk dipahami. Hal ini disebabkan karena konten-konten yang ditampilkan pada sistem tidak rumit dan mudah untuk dipahami oleh responden.

Pertanyaan ketiga, 46% setuju dan 49% sangat setuju sistem yang dibuat menampilkan informasi yang akurat, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa 95% pengguna yang mencoba sistem setuju bahwa tingkat keakuratan yang ditampilkan sistem sudah baik. Hal ini disebabkan karena informasi-informasi yang diberikan berdasarkan panduan LPPOM MUI, sehingga konten-konten yang ditampilkan sudah akurat.

Pertanyaan keempat, 46% setuju dan 37% sangat setuju bahwa mereka puas terhadap tampilan yang dibuat, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa 83% pengguna yang mencoba sistem setuju bahwa tampilan yang disajikan pada sistem memuaskan. Hal ini disebabkan karena tampilan yang disajikan pada sistem sudah cukup sesuai ekspektasi dari pengguna.

Pertanyaan kelima, 51% setuju dan 42% sangat setuju sistem yang dibuat mudah digunakan, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa 93%

pengguna yang mencoba sistem setuju bahwa tingkat kesulitan dalam menggunakan sistem ini tergolong mudah.

Pertanyaan keenam, 46% setuju dan 46% sangat setuju sistem yang dibuat mengidentifikasi titik kritis dengan cepat, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa 92% pengguna yang mencoba sistem setuju bahwa waktu sistem untuk melakukan identifikasi titik kritis tergolong cepat. Kemudian perhitungan tingkat Kepuasan Pengguna (TKP) dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$TKP = \frac{\text{Jumlah Nilai Yang Didapat}}{\text{jumlah skor tertinggi}} \times 100\% \quad (1)$$

Didapat TKP rata-rata untuk dimensi konten sebesar 85,85%, dimensi akurasi sebesar 88,78%, dimensi format sebesar 83,9%, dimensi kemudahan penggunaan sebesar 86,34% dan dimensi ketepatan waktu sebesar 87,8%. Sehingga didapatkan nilai rata-rata tingkat kepuasan pengguna yang diambil dari nilai rata-rata masing masing dimensi sebesar 86,53%. Maka dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan sebagaimana semestinya dan pengguna puas terhadap fitur identifikasi titik kritis yang dirancang.

Dari pengujian unit, pengujian penggabungan dan pengujian sistem secara menyeluruh yang telah berhasil dilakukan, hal ini merupakan bagian dari White-box testing bertujuan untuk memeriksa komponen program apakah berjalan semestinya dengan melihat internal kode program tersebut. Dengan demikian secara sistem komputer, sistem identifikasi dapat digunakan.

Pengujian dengan membandingkan hasil dari sistem dan hasil dari identifikasi secara manual, merupakan bagian dari pengujian *blackbox testing* uji perbandingan. Hasil pengujian menyatakan bahwa hasil perbandingan memiliki hasil yang sama, sehingga dapat disimpulkan sistem identifikasi akurat.

Pengujian penerimaan memberikan hasil tingkat kepuasan pengguna secara rata-rata diatas 85%, hal ini dibisa disebabkan karena masyarakat akan sangat terbantu jika sistem ini ada, karena belum adanya sistem yang sejenis.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada pembahasan, dapat disimpulkan sistem identifikasi titik kritis halal

berhasil dibangun. Algoritma forward chaining dapat dimanfaatkan untuk melakukan identifikasi titik kritis kehalalan berdasarkan SJH LPPOM MUI. Pengujian unit, pengabungan, pengujian sistem telah dilakukan dengan hasil sistem berhasil melalui uji uji tersebut, sehingga sistem layak secara fungsional. Uji perbandingan menyatakan sistem memiliki hasil yang akurat dan pengujian penerimaan pengguna dengan metode *End User Computing Satisfaction* (EUCS) dengan hasil tingkat penerimaan sebesar 86,53% sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan sebagaimana semestinya dan pengguna puas terhadap sistem ini.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Universitas Multimedia Nusantara yang telah memfasilitasi penelitian ini. Terima kasih kepada LPDP atas dana penelitiannya. Terima kasih kepada Hotel Grand Zuri yang telah bersedia memberikan ruang dan waktu. Terima kasih juga kepada para mahasiswa UMN yang telah membantu penelitian ini.

### REFERENSI

- [1] V. B. Kusnandar, "RISSC: Populasi Muslim Indonesia Terbesar di Dunia | Databoks," *databoks*, Nov. 03, 2021. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/03/rissc-populasi-muslim-indonesia-terbesar-di-dunia> (accessed Jul. 15, 2022).
- [2] Komite Nasional Keuangan Syariah, "Masterplan Ekonomi Syariah Indonesia 2019-2024," 2018. [Online]. Available: [https://knks.go.id/storage/upload/1573459280-Masterplan\\_Eksyar\\_Preview.pdf](https://knks.go.id/storage/upload/1573459280-Masterplan_Eksyar_Preview.pdf).
- [3] G. Rahmadani, "Halal dan Haram dalam Islam," *J. Ilm. Penegakan Huk.*, vol. 2, no. 1, pp. 20–26, 2015.
- [4] S. A. Estikomah, "Pemanfaatan *Rhizopus Oryzae* Dalam Pengembangan Produk Olahan Susu (Keju) Halal Berbasis Bioteknologi," *Pharm. J. Islam. Pharm.*, vol. 4, no. 2, pp. 34–38, 2020.
- [5] Y. Atma, M. Taufik, and H. Seftiono, "Identifikasi resiko titik kritis kehalalan produk pangan: studi produk bioteknologi," *J. Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 59–66, 2018.
- [6] A. Faridah, "Identifikasi Titik Kritis Kehalalan Pangan di Rumah Makan Ampalu Raya Padang," *J. Kapita Sel. Geogr.*, vol. 2, no. 10, pp. 16–25, 2019.
- [7] D. Triagus and S. Khairunnisa, "Analysis of Halal and Safety Assurance Cost in Mie Jogja Pak Karso Restaurant," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 17, no. 2, pp. 105–118, 2016.
- [8] R. F. Dewi, "Penerapan Sistem Jaminan Halal (SJH) Dalam Memperoleh Sertifikat Halal Di Rumah Pemotongan Hewan Unggas (RPH-U)(Studi Kasus RPH-U Mitra Karya Unggas Batu–Jawa Timur." Universitas Brawijaya, 2015.
- [9] S. Endang, A. Jumiono, and S. Akil, "IDENTIFIKASI TITIK KRITIS KEHALALAN GELATIN," *J. Ilm. PANGAN HALAL*, vol. 2, no. 1, pp. 17–22, 2020.
- [10] D. Amanah, S. Wasiyanti, and L. Widiastuti, "Perbandingan Pencatatan Akuntansi Manual Dengan Menggunakan Aplikasi Berbasis Komputer Pada Depok Street Market," *JAIS-Journal Account. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 02, 2021.
- [11] A. Al-Ajlan, "The comparison between forward and backward chaining," *Int. J. Mach. Learn. Comput.*, vol. 5, no. 2, p. 106, 2015.
- [12] K. R. Chowdhary, "Rule Based Reasoning," in *Fundamentals of Artificial Intelligence*, Springer, 2020, pp. 89–109.
- [13] MUI, *Panduan Umum Sistem Jaminan Halal LPPOM–MUI*. 2008.
- [14] M. Arhami, "Basic Concepts of Expert Systems," *Andi Yogyakarta*, 2005.
- [15] S. Balaji and M. S. Murugaiyan, "Waterfall vs. V-Model vs. Agile: A comparative study on SDLC," *Int. J. Inf. Technol. Bus. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 26–30, 2012.
- [16] P. D. Sugiyono, "Metode Penelitian dan Pengembangan (research and Development/R&D)(MS Sofia Yustiyan Suryandari, SE (ed.)." CV. Alfabebta, 2015.