

SKRIPSI
SISTEM PAKAR PENENTUAN SUBSTITUSI BAHAN KUE BAGI
PENDERITA ALERGI MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING
DAN FUZZY LOGIC BERBASIS WEB



DISUSUN OLEH :

NAMA : MILKY GRATIA BR SITORUS

NIM :223020503116

JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

2026

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM PAKAR PENENTUAN SUBSTITUSI BAHAN KUE BAGI PENDERITA ALERGI MENGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING DAN FUZZY LOGIC BERBASIS WEB

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata-I pada Jurusan Teknik Informatika Fakultas
Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh

MILKY GRATIA BR SITORUS

223020503116

Telah dipertahankan didepan tim penguji, pada :

Hari/Tanggal : Kamis, 20 Agustus 2026

Waktu : 11:05-12:35 WIB

Tempat : Ruang Ujian 2

1. DEDDY RONALDO, S.T., M.T.

NIP. 19801226 200812 1 002

2. WIDIATRY, S.T., M.T.

NIP. 19820717 2003122 2 002

3. RESSA PRISKILA, S.T., M.T.

NIP. 19940301 201903 1 016

4. EFRANS CHRISTIAN, S.T., M.T.

NIP. 19910630 201903 1 013

 (Ketua Penguji)
 (Pembimbing Utama/Pertama)
 (Pembimbing Pendamping/Kedua)
 (Anggota)

Mengetahui :

Jurusan / Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua Jurusan,



ARIESTA LESTARI, S.Kom., M.Cs., Ph.D.
NIP. 19800322 200501 2 004

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, serta tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam Skripsi ini dan disebutkan dalam Tinjauan Pustaka.

Palangka Raya, 20 Agustus 2026



Milky Gratia Br Sitorus

223020503116

RIWAYAT PENYUSUN

Data Diri

Nama : Milky Gratia Br Sitorus
NIM : 223020503116
Fakultas : Teknik
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang : Strata 1 (S-1)
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Kabanjahe, 15 Maret 2004
Agama : Kristen Protestan
Status dalam Keluarga : Anak Kandung
Anak ke – : 3 (Tiga)
Alamat : Jl. Borneo
No. Telepon/HP : 082283537007



Data Orang Tua

Nama Ayah : Kilmer Sitorus
Pekerjaan Ayah : Petani
Nama Ibu : Esnita Br Sitepu
Pekerjaan Ibu : Petani
Alamat Orang Tua : Desa Salit
No. Telepon/HP : 081377142160

Riwayat Pendidikan

SD : SD Negeri 044850 Kuta Kepar Salit (Tahun Lulus 2016)
SMP : SMP Negeri 2 Kabanjahe (Tahun Lulus 2019)
SMA : SMA Negeri 1 Tigapanah (Tahun Lulus 2022)

Palangka Raya, 20 Agustus 2026

Milky Gratia Br Sitorus
223020503116

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai bagian dari penyelesaian studi S-1 Teknik Informatika ini. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada yang penulis hormati :

Untuk Bapak dan Mamak tercinta anugerah terindah dari Tuhan dalam hidupku, dengan penuh rasa bakti dan terima kasih yang tak. Cinta kasih yang tanpa syarat, kesabaran dalam menghadapi setiap dinamika, serta tidak pernah lelah mendoakan keberhasilan penulis, dan telah menjadi fondasi kekuatan penulis. Kalian adalah alasan terbesar di balik setiap langkah maju yang penulis ambil. Terima kasih telah menjadi rumah yang selalu memberikan kehangatan dan motivasi di tengah segala keterbatasan dan tantangan. Maaf jika aku belum bisa memberikan yang terbaik, namun semoga gelar kecil ini mampu menjadi pelipur lara dan mengukirkan senyum bangga di wajah kalian.

Untuk **Abang (Zimrif T. Sitorus), Kakak (Virginia R. Br Sitorus), dan Adek (Ondo Tamba Tua Sitorus)** tersayang. Karya sederhana ini penulis persembahkan sebagai wujud terima kasih atas segala cinta dan kepedulian kalian. Terima kasih sudah selalu sabar mendengar keluh kesah, memberikan motivasi, dan yang terpenting, tidak pernah ragu atau pelit dalam membantu, baik dari segi materi maupun tenaga, tanpa mengharap imbalan. Kalian adalah saudara-saudara terbaik yang Tuhan berikan, dan penulis berjanji akan terus berusaha menjadi kebanggaan keluarga.

Terima kasih yang mendalam untuk sahabat-sahabat terbaik selama masa kuliah di Teknik Informatika: **223020503109, 223020503119, 223020503140** dan seluruh anggota **SipNWarp**. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi keluh kesah, saling menyemangati saat tugas menumpuk, dan mewarnai hari-hari perkuliahan dengan kebersamaan yang luar biasa. Diskusi, tawa, dan saling dukung di tengah kesibukan akademik telah menjadikan masa-masa perkuliahan ini sebagai kenangan yang sangat berharga dan bermakna.

Sebuah pelukan hangat dan rasa syukur penulis ucapkan untuk **diri sendiri**, karena telah berhasil menaklukkan segala rintangan dan bertahan hingga garis akhir ini. Dalam setiap perjuangan, saya selalu mengingat firman Tuhan dalam Yeremia 29:11, "Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan". Ayat ini menjadi pengingat bahwa Menjadi pengingat abadi bahwa menyandarkan harapan pada Tuhan adalah sumber kekuatan yang sejati. Harapan dan kekuatan untuk terus melangkah hari ini, sepenuhnya adalah karena campur tangan dan kasih karunia-Nya.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat, kasih, dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Sistem Pakar Penentuan Substitusi Bahan Kue Bagi Penderita Alergi Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Fuzzy Logic Berbasis Web” ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai bentuk kontribusi ilmu yang diharapkan bermanfaat, khususnya bagi mahasiswa di bidang terkait, baik sebagai bahan pemahaman maupun acuan pengembangan penelitian lebih lanjut. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan ini dan dengan rendah hati menerima kritik serta saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi seluruh mahasiswa dan akademisi Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada yang penulis hormati :

1. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Frieda, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Ariesta Lestari, S.Kom., M.Cs., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Widiatry, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik serta Dosen Pembimbing I, atas bimbingan, perhatian, serta dukungan yang telah diberikan sepanjang masa studi penulis.

4. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Ressa Priskila, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan II, atas bimbingan dan arahan yang sangat berarti selama penyusunan skripsi saya.
5. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Deddy Ronaldo, S.T., M.T., dan Bapak Efrans Christian, S.T., M.T., selaku Penguji, atas segala masukan dan dukungan selama proses penyusunan skripsi penulis.
6. Seluruh dosen dan staff akademik di Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
7. Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat dalam setiap proses yang penulis jalani.
8. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa studi

Palangka Raya, 20 Agustus 2025



Milky Gratia br Sitorus

**SISTEM PAKAR PENENTUAN SUBSTITUSI BAHAN KUE BAGI
PENDERITA ALERGI MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING
DAN FUZZY LOGIC BERBASIS WEB**

MILKY GRATIA BR SITORUS (223020503116)

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Kampus

Tunjung Nyaho Jalan Yos Sudarso, Palangka Raya 73112

gratiamilky@gmail.com

ABSTRAK

Penderita alergi makanan sering menghadapi kesulitan dalam memodifikasi resep kue secara mandiri karena risiko kegagalan struktur kue dan reaksi alergi yang berbahaya. Pendekatan konvensional yang ada saat ini bersifat statis dan tidak mempertimbangkan fungsi kimiawi bahan dalam proses *baking*. Penelitian ini bertujuan untuk membangun Sistem Pakar Berbasis Web yang mampu merekomendasikan substitusi bahan kue yang aman, terukur, dan optimal bagi penderita alergi. Sistem ini mengintegrasikan metode *Forward Chaining* sebagai mesin inferensi untuk menyaring kandidat bahan yang bebas alergen, serta *Fuzzy Logic Mamdani* yang dipadukan dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk mengevaluasi dan memberi peringkat (*ranking*) kelayakan bahan berdasarkan kriteria fungsi, tekstur, rasa, dan ketersediaan. Basis pengetahuan sistem mencakup 8 jenis alergi, 26 jenis kue, 69 bahan pengganti, dan 76 aturan yang divalidasi oleh tiga pakar *pastry* dan *bakery*. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP *native* dan basis data MySQL.

Evaluasi sistem dilakukan melalui *Black Box Testing* dan pengujian akurasi metode menggunakan pendekatan *Gold Standard* berbasis konsensus pakar (*Majority Voting*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan 100% sesuai pada seluruh skenario fungsional. Sementara itu, pengujian akurasi terhadap 23 kasus valid menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar 95,65% dengan rekomendasi pakar. Sistem ini terbukti efektif membantu penderita alergi dan pelaku UMKM dalam menentukan substitusi bahan kue yang tepat tanpa harus melakukan metode *trial and error*.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Substitusi Bahan Kue, Alergi Makanan, *Forward Chaining*, *Fuzzy Logic Mamdani*, AHP, Berbasis Web.

**EXPERT SYSTEM FOR DETERMINING CAKE INGREDIENT
SUBSTITUTION FOR ALLERGY SUFFERERS USING WEB-BASED
FORWARD CHAINING AND FUZZY LOGIC METHODS**

MILKY GRATIA BR SITORUS (223020503116)

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Kampus

Tunjung Nyaho Jalan Yos Sudarso, Palangka Raya 73112

Email: gratiamilky@gmail.com

ABSTRACT

Food allergy sufferers often face difficulties in modifying cake recipes independently due to the risk of structural failure and dangerous allergic reactions. Conventional approaches are static and do not consider the chemical functions of ingredients in the baking process. This study aims to build a Web-Based Expert System capable of recommending safe, measurable, and optimal cake ingredient substitutions for allergy sufferers. The system integrates the Forward Chaining method as an inference engine to filter allergen-free ingredient candidates, along with Fuzzy Logic Mamdani combined with the Analytical Hierarchy Process (AHP) to evaluate and rank ingredient suitability based on function, texture, taste, and availability criteria.

The system's knowledge base consists of 8 types of allergies, 26 types of cakes, 69 substitute ingredients, and 76 rules validated by three pastry and bakery experts. The system was built using native PHP and a MySQL database. System evaluation was conducted through Black Box Testing and method accuracy testing using a Gold Standard approach based on expert consensus (Majority Voting). The test results show that the system functions 100% correctly across all functional scenarios. Meanwhile, accuracy testing on 23 valid cases yielded a 95.65% match rate with expert recommendations. This system is proven effective in helping allergy sufferers and MSME actors determine the right cake ingredient substitutions without resorting to trial and error.

Keywords: *Expert System, Cake Ingredient Substitution, Food Allergy, Forward Chaining, Fuzzy Logic Mamdani, AHP, Web-Based.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
RIWAYAT PENYUSUN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Sistematika Penulisan	6
1.7. Jadwal Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Sistem Pakar.....	9
2.2. Forward Chaining	10
2.3. Logika Fuzzy.....	13
2.4. Alergi Bahan	24
2.5. Fungsi Kimia Baking	25
2.6. Bahan makanan	25
2.7. Teknologi Web.....	26
2.8. Pengujian Sistem.....	28
2.8.1. Black Box Testing.....	28
2.8.2. Pengujian Metode Forward Chaining dan Fuzzy Logic	29

2.9.	Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1.	Alur Penelitian	35
3.2.	Pengumpulan Data	37
3.3.	Data Preparation.....	39
3.3.1.	Persiapan Forward Chaining/ Analisis Kebutuhan	39
3.3.2.	Persiapan Fuzzy AHP	52
3.4.	Perancangan Sistem	84
3.5.	Perancangan Basis Pengetahuan	119
3.5.1.	Perancangan Rules Metode Forward Chaining.....	119
3.5.2.	Perancangan Logika Fuzzy	133
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		209
4.1.	Pengumpulan Data	209
4.1.1.	Data Basis Pengetahuan (<i>Knowledge Base</i>).....	209
4.2.	Implementasi	210
4.2.1.	Implementasi Sistem	210
4.2.2.	Implementasi Metode Pengambilan Keputusan.....	217
4.3.	Data Skenario Pengujian	230
4.3.1.	Skenario Pengujian Akurasi Metode.....	231
4.3.2.	Skenario Pengujian Fungsional (<i>Black Box Testing</i>).....	236
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		245
DAFTAR PUSTAKA		248
LAMPIRAN.....		251

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Jadwal Penelitian.....	8
Tabel 2. 1. Skala fundamental Saaty	21
Tabel 3. 1. Data bahan alergi	41
Tabel 3. 2. Jenis Kue	44
Tabel 3. 3. Fungsi bahan	46
Tabel 3. 4. Bahan pengganti.....	49
Tabel 3. 5. Penilaian bobot prioritas ahli 1	53
Tabel 3. 6. Matriks Perbandingan	58
Tabel 3. 7. Hasil Normalisasi.....	59
Tabel 3. 8. Rata-rata hasil Lambda Max	60
Tabel 3. 9. Lembar Penilaian Ahli 2	62
Tabel 3. 10. Hasil matriks perbandingan	67
Tabel 3. 11. Normalisasi	68
Tabel 3. 12. Hasil lambda max	69
Tabel 3. 13. Lembar Penilaian Ahli 3	71
Tabel 3. 14. Hasil matriks perbandingan	77
Tabel 3. 15. Hasil Normalisasi.....	78
Tabel 3. 16. Hasil lambda max	79
Tabel 3. 17. Hasil bobot prioritas.....	81
Tabel 3. 18. Rekomendasi desain.....	88
Tabel 3. 19. Desain konteks admin	95
Tabel 3. 20. Desain konteks pengguna.....	97
Tabel 3. 21. Tabel admin.....	102
Tabel 3. 22. Tabel Alergi	102
Tabel 3. 23. Tabel bahan asli	102
Tabel 3. 24. Tabel teknik pengolahan	102
Tabel 3. 25. Tabel jenis kue	103
Tabel 3. 26. Tabel fungsi bahan	103
Tabel 3. 27. Tabel bahan pengganti	103
Tabel 3. 28. Tabel aturan.....	103
Tabel 3. 29. Tabel forward chaining	124
Tabel 3. 30. Nilai Rata-rata Penilaian Pakar	136

Tabel 3. 31. Fungsi Keanggotaan Segitiga.....	137
Tabel 3. 32. Hasil Fuzzifikasi Aquafaba + agar-agar	138
Tabel 3. 33. Hasil Fuzzifikasi Silken tofu + maizena	138
Tabel 3. 34. Hasil Fuzzifikasi Agar-agar plain + maizena.....	139
Tabel 3. 35. Aturan inferensi untuk kriteria.....	139
Tabel 3. 36. Hasil Inferensi per Kriteria	140
Tabel 3. 37. Fungsi keanggotaan Fuzzy.....	141
Tabel 3. 38. Hasil Perangkingan Akhir.....	143
Tabel 3. 39. Nilai Rata-rata Penilaian Pakar	144
Tabel 3. 40. Hasil Fuzzifikasi Aquafaba.....	145
Tabel 3. 41. Hasil Fuzzifikasi Flax egg + baking powder	146
Tabel 3. 42. Hasil Fuzzifikasi Applesauce + cuka apel	147
Tabel 3. 43. Hasil Inferensi per Kriteria	147
Tabel 3. 44. Hasil skor dari aquafaba.....	148
Tabel 3. 45. Hasil skor dari Flax egg + baking powder	149
Tabel 3. 46. Hasil skor dari Applesouce + cuka apel.....	149
Tabel 3. 47. Hasil Perangkingan Akhir.....	151
Tabel 3. 48. Nilai Rata-rata Penilaian Pakar	152
Tabel 3. 49. Inferensi Fuzzy.....	153
Tabel 3. 50. Hasil perangkingan terakhir	155
Tabel 3. 51. Nilai rata-rata pakar	156
Tabel 3. 52. Inferensi Fuzzy.....	157
Tabel 3. 53. Hasil skor perangkingan.....	159
Tabel 3. 54. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Madeleine.....	160
Tabel 3. 55. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Brownies	161
Tabel 3. 56. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Choux.....	161
Tabel 3. 57. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Dacquoise.....	162
Tabel 3. 58. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Churros.....	162
Tabel 3. 59. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Cannoli.....	163
Tabel 3. 60. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Croissant	164
Tabel 3. 61. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Donat.....	164
Tabel 3. 62. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Macaron	165
Tabel 3. 63. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Bika Ambon	165
Tabel 3. 64. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Mille Crepe	166
Tabel 3. 65. Hasil Perangkingan Akhir Pound Cake	167

Tabel 3. 66. Hasil Perangkingan Akhir Telur and Souffle.....	168
Tabel 3. 67. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Cookies	168
Tabel 3. 68. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Chiffon	169
Tabel 3. 69. Hasil Perangkingan Akhir Telur dan Carrot Cake	170
Tabel 3. 70. Hasil Perangkingan Akhir Gluten Dan Bakpao	170
Tabel 3. 71. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Apem	171
Tabel 3. 72. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Bolu Kukus	172
Tabel 3. 73. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Kue Putu Ayu	172
Tabel 3. 74. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Marble Cake	173
Tabel 3. 75. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Madeleine	174
Tabel 3. 76. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Brownies	174
Tabel 3. 77. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Choux.....	175
Tabel 3. 78. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Churros	176
Tabel 3. 79. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Kue Cucur.....	176
Tabel 3. 80. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Gandasturi.....	177
Tabel 3. 81. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Cannoli.....	177
Tabel 3. 82. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Croissant	178
Tabel 3. 83. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Donat	178
Tabel 3. 84. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Pound Cake.....	179
Tabel 3. 85. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Carrot Cake.....	179
Tabel 3. 86. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Souffle	180
Tabel 3. 87. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Chiffon.....	181
Tabel 3. 88. Hasil Perangkingan Akhir Gluten dan Cookies	181
Tabel 3. 89. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Bakpao.....	182
Tabel 3. 90. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Creme Caramel.....	183
Tabel 3. 91. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Choux	183
Tabel 3. 92. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Churros	184
Tabel 3. 93. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Macaron.....	185
Tabel 3. 94. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Mille Crepe.....	185
Tabel 3. 95. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Pound Cake.....	186
Tabel 3. 96. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Chiffon.....	187
Tabel 3. 97. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Cookies.....	187
Tabel 3. 98. Hasil Perangkingan Akhir Dairy dan Souffle	188
Tabel 3. 99. Hasil Perangkingan Akhir Cream dan Creme Caramel	188
Tabel 3. 100. Hasil Perangkingan Akhir Cream dan Cheesecake.....	189

Tabel 3. 101. Hasil Perangkingan Akhir Cream dan Brownies	190
Tabel 3. 102. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Marble Cake	191
Tabel 3. 103. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Madeleine	191
Tabel 3. 104. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Brownies	192
Tabel 3. 105. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Churros	193
Tabel 3. 106. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Cookies	193
Tabel 3. 107. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Choux	194
Tabel 3. 108. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Donat	195
Tabel 3. 109. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Croissant	196
Tabel 3. 110. Hasil Perangkingan Akhir Butter dan Cannoli	197
Tabel 3. 111. Hasil Perangkingan Akhir Nuts dan Dacquoise.....	197
Tabel 3. 112. Hasil Perangkingan Akhir Nuts dan Macaron	198
Tabel 3. 113. Hasil Perangkingan Akhir Nuts dan Onde-onde.....	199
Tabel 3. 114. Hasil Perangkingan Akhir Nuts dan Carrot Cake	200
Tabel 3. 115. Hasil Perangkingan Akhir Nuts dan Cookies	200
Tabel 3. 116. Hasil Perangkingan Akhir Nuts dan Croissant	201
Tabel 3. 117. Hasil Perangkingan Akhir Keju dan Cannoli.....	202
Tabel 3. 118. Hasil Perangkingan Akhir Keju dan Croissant	203
Tabel 3. 119. Hasil Perangkingan Akhir Keju dan Bakpao	203
Tabel 3. 120. Hasil Perangkingan Akhir Keju dan Donat.....	204
Tabel 3. 121. Hasil Perangkingan Akhir Keju dan Bolu Kukus	205
Tabel 3. 122. Hasil Perangkingan Akhir Keju dan Cheesecake	206
Tabel 3. 123. Hasil Perangkingan Akhir Wijen dan Onde-onde.....	207
Tabel 3. 124. Hasil Perangkingan Akhir Wijen dan Cookies	207
Tabel 3. 125. Hasil Perangkingan Akhir Wijen dan Bakpao	208
Tabel 4. 1. Hasil akhir Bahan pengganti	219
Tabel 4. 2. Rekapitulasi Penentuan Gold Standard dan Pengujian Akurasi Sistem .	232
Tabel 4. 3. Pengujian Fungsional Antarmuka Pengguna	237
Tabel 4. 4. Pengujian Fungsional Dashboard Admin	240
Tabel 4. 5. Ringkasan Hasil Pengujian	244

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Metode forward chaining	12
Gambar 2. 2. Representasi linear naik	15
Gambar 2. 3. Representasi linear turun	16
Gambar 2. 4. Representasi linear naik	16
Gambar 3. 1. Alur Penelitian.....	37
Gambar 3. 2. Pengumpulan data dari para pakar	38
Gambar 3. 3. Data diri ahli pakar.....	39
Gambar 3. 4. Data diri ahli pakar (2)	40
Gambar 3. 5. Data diri ahli pakar (3)	40
Gambar 3. 6. Flowchart admin.....	92
Gambar 3. 7. Flowchart pengguna	94
Gambar 3. 8DFD level 0	98
Gambar 3. 9. DFD level 1	99
Gambar 3. 10. ERD	100
Gambar 3. 11. Halaman Dashboard Pengguna	104
Gambar 3. 12. Halaman Pilih Alergi.....	105
Gambar 3. 13. Halaman Pilih Kue	106
Gambar 3. 14. Halaman Rekomendasi.....	107
Gambar 3. 15. Halaman Login Admin.....	108
Gambar 3. 16. Halaman Dashboard Admin	108
Gambar 3. 17. Halaman Data Aturan.....	109
Gambar 3. 18. Halaman tambah dan edit data aturan	110
Gambar 3. 19. Halaman Data Alergi.....	111
Gambar 3. 20. Halaman tambah dan edit alergi.....	111
Gambar 3. 21. Halaman Jenis Kue.....	112
Gambar 3. 22. Halaman Tambah dan Edit Jenis Kue	113
Gambar 3. 23. Halaman Data Bahan Asli	113
Gambar 3. 24. Halaman Tambah dan Edit Bahan Asli	114
Gambar 3. 25. Halaman Bahan Pengganti	115
Gambar 3. 26. Halaman Tambah dan Edit Bahan Pengganti.....	115
Gambar 3. 27. Halaman Fungsi Bahan	116
Gambar 3. 28. Halaman Tambah dan Edit Fungsi Bahan.....	117

Gambar 3. 29. Halaman Teknik Pengolahan	117
Gambar 3. 30. Halaman Tambah dan Edit Teknik Pengolahan.....	118
Gambar 3. 31. Rule dari Forward Chaining.....	122
Gambar 3. 32. Rule dari Forward Chaining.....	123
Gambar 3. 33. Rule dari Forward Chaining.....	123
Gambar 4. 1. Halaman Awal.....	210
Gambar 4. 2. Halaman Pilih Alergi.....	211
Gambar 4. 3. Pilih Jenis Kue.....	212
Gambar 4. 4. Halaman Hasil Rekomendasi	213
Gambar 4. 5. Halaman Detail Rekomendasi	214
Gambar 4. 6. Login Admin	214
Gambar 4. 7. Dashboard Admin	215
Gambar 4. 8. Hasil Rekomendasi Multi-Alergi	216

DAFTAR PUSTAKA

- Agriculture, M. D. of. (2024). *Food Ingredients that May Cause Allergies*.
<https://www.mda.state.mn.us/food-feed/food-ingredients-may-cause-allergies>
- Aji, A., Ferdinandus, F., & Bayu, M. (2019). *Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Handphone Dengan Metode Simple Additive Weighting Berbasis WEB*. 8(2).
- Alhamri, R. Z., Izzah, A., & Eliyen, K. (2021). *Pengembangan Sistem Pakar Berbasis Android Untuk Menentukan Obat Generik Pada Penyakit Kulit Menggunakan Metode Forward Chaining*. 1–11.
- Antoni, I. D., Sidoarjo, U. M., B, J. M. N., & Sidoarjo, K. (2024). *Implementasi Logika Fuzzy Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Menggunakan Metode Tsukamoto*. 14(1), 61–70.
- Arasi, S., Nurmatov, U., Dunn-Galvin, A., Roberts, G., Turner, P. J., Shinder, S. B., Gupta, R., Eigenmann, P., Nowak-Wegrzyn, A., & Ansotegui, I. J. (2023). *WAO consensus on Definition of Food Allergy Severity (DEFASE)*. 0–23.
- Athiyah, U., Handayani, A. P., Aldean, M. Y., Putra, N. P., & Rafian. (2021). *Sistem Inferensi Fuzzy : Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya*. 1(2), 73–76.
- Aulia, R., Achmady, S., Razi, Z., Informatika, T., & Ghafur, U. J. (2024). *PENGEMBANGAN WEB PENCARIAN RESEP MASAKAN DENGAN FITUR REKOMENDASI BERBASIS ALGORITMA MACHINE*.
- Dr. Erli Mutiara, M. S., & Ajeng Inggir Anugerah, S.Pd., M. P. (2022). *Kue-kue Indonesia Berbasis Kearifan Lokal*.
- Elghoudi, A., & Narchi, H. (2022). *Food allergy in children — the current status and the way forward*. 11(3), 253–270. <https://doi.org/10.5409/wjcp.v11.i3.253>
- Eluis, Y., Mawartika, B., Guntur, M., Informasi, S., Makanan, M., & Pakar, S. (2021). *Aplikasi Sistem Pakar Pemilihan Makanan Berdasarkan Kebutuhan Gizi Menggunakan Metode Forward Chaining*. 7(1), 96–110.
- Esko. (2026). *Food allergen labeling requirements in 2026: FDA guide*.

<https://www.esko>.

- FARADINA, F. (2017). *RANCANG BANGUN APLIKASI SISTEM PAKAR PENENTUAN REKOMENDASI RESEP MASAKAN BERDASARKAN KETERSEDIAAN BAHAN MAKANAN SKRIPSIRANCANG BANGUN APLIKASI SISTEM PAKAR PENENTUAN REKOMENDASI RESEP MASAKAN BERDASARKAN KETERSEDIAAN BAHAN MAKANAN SKRIPSI*.
- Halm, J., Sahin, A. W., Nyhan, L., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2024). *Commercial Egg Replacers in Pound Cake Systems : A Comprehensive Analysis of Market Trends and Application*.
- Iqbal, M. (1965). *SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN POLA MAKAN UNTUK PENDERITA DIABETES TIPE-2 BERDASARKAN PREFERENSI DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY* Muhammad. 1–9.
- Jenalabdurrohman, & Saprudin. (2023). *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Berbasis Web Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani*. 1(3), 334–340.
- Kuncoro, D. F., Juniarti, U., Syahputra, J., Sumantri, R. B. B., & Suryani, R. (2022). *Rancang Bangun Sistem Pengaduan Masyarakat Berbasis Web Dengan Metode Waterfall*. 3(2), 14–19.
- Kurniawan, R., Hasibuan, S., & Nugroho, R. E. (2017). *Analisis kriteria dan proses seleksi kontraktor chemical sektor hulu migas: Aplikasi metode Delphi-AHP*. MIX: Jurnal Ilmiah Manajemen, 7(2), 252–266.
- Maulia, A., & Kusuma, B. A. (2026). *Rule-Based Expert System for Personalized GERD Food Recommendations Using Forward Chaining and Certainty Factor in Indonesia*. 7(2), 1468–1482.
- NAYANA, L. H. (2021). *IMPLEMENTASI FUZZY EXPERT SYSTEM DAN FORWARD CHAINING UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT KUCING BERBASIS ANDROID*.
- Saefudin, Y., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2021). *Forward chaining and fuzzy logic tsukamoto methods for decision Forward chaining and fuzzy logic tsukamoto methods for decision*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1088/1/012018>

- SAKTI, D. D. (2021). *SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT HEMOFILIA BERBASIS WEBSITE MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING*.
- Sangaji, M. S. J., & Irianto, J. (2025). *Transformasi Inovasi Pelayanan Publik menuju Pemerintahan Digital Public Service Innovation Transformation towards Digital Government*. 17(c), 54–70. <https://doi.org/10.20473/jap.v17i1.72708>
- Setiyani, L., & Tjandra, E. (2022). *Jurnal E-Komtek System Design : Data Flow Diagrams of Sales Process , a Case Study of CV . Jatayu Catra Internusa*. 6(1), 82–88.
- Sutiari, A. (2020). *Layanan Diagnosa Deteksi Penyakit Jantung Dengan Forward Chaining Dan Fuzzy Logic Mamdani Berbasis Mobile*. 08, 12–18.
- Tampubolon, S. (2022). *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Skistosomiasis Menggunakan Kombinasi Forward Chaining Dan Fuzzy Logic Takagi Sugeno Kang*. 2(3), 128–131.
- Waserman, S., Bégin, P., & Watson, W. (2018). IgE - mediated food allergy. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology*, 14(s2), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13223-018-0284-3>
- Wijaya, Y. D., & Astuti, M. W. (2021). *PENGUJIAN BLACKBOX SISTEM INFORMASI PENILAIAN KINERJA KARYAWAN PT INKA (PERSERO) BERBASIS EQUIVALENCE PARTITIONS BLACKBOX TESTING OF PT INKA (PERSERO) EMPLOYEE PERFORMANCE ASSESSMENT INFORMATION SYSTEM BASED ON teknik Equivalence Partitions melakukan*. 4, 22–26.
- Zilasar, R. A., Pranoto, Y. A., Ariwibisono, F. X., Industri, F. T., Tinggal, R., Produk, P., Peringkat, P., & Keputusan, S. P. (2026). *Sistem pendukung keputusan pemilihan produk kaca dan cermin menggunakan metode fuzzy ahp*. 9, 21–2