

Nutri-Fit: Sistem Pakar Ontologi untuk Rekomendasi Menu Makanan Penggiat *Fitness*

Muhammad Ryan Rajata, Kautzar Randra Noor Khasyyatullah, Devy Relliani Saffiyah, Fadhila Kamila Ismail, Retno Aulia Vinarti*

Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Abstract

Fitness enthusiasts often face difficulty constructing daily meal plans that both meet specific goals (bulking, cutting, maintenance) and respect personal constraints such as allergies. This study presents Nutri-Fit, an ontology-based expert system that models nutritional knowledge and applies SWRL rules and Pellet reasoning to generate personalized menu recommendations. Knowledge was acquired from a domain expert and literature, formalized in OWL with classes for Users, FoodItems, Targets, and Allergies, and encoded rules for allergy exclusion and macronutrient-based recommendations. The system was functionally evaluated using the Pellet reasoner and tested on six representative user profiles; the evaluation focused on the system's ability to exclude allergenic foods from recommendations. Results show the system correctly excluded allergenic items for all tested profiles (Allergy Exclusion Success Rate = 100%) and produced target-aware recommendations for bulking, cutting, and maintenance. This work demonstrates the feasibility of an ontology + SWRL approach as a knowledge-rich foundation for personalized dietary recommendation for fitness enthusiasts, and it outlines limitations and directions for quantitative, user-scale evaluation.

Keywords: Expert System, Ontology, Food Recommendation, Fitness Enthusiast, SWRL, Pellet.

Abstrak

Penggiat *fitness* sering mengalami kesulitan menyusun menu harian yang sesuai tujuan (*bulking, cutting, maintenance*) yang sekaligus mempertimbangkan batasan personal seperti alergi. Rendahnya literasi nutrisi di kalangan penggiat *fitness* menjadi sebuah persoalan umum yang terjadi. Penelitian ini mengembangkan Nutri-Fit, sebuah sistem pakar berbasis ontologi yang memodelkan pengetahuan nutrisi dan menggunakan aturan SWRL bersama reasoner Pellet untuk menghasilkan rekomendasi menu yang dipersonalisasi. Pengetahuan dikumpulkan dari seorang pakar kebugaran dan literatur, dimodelkan dalam OWL dengan kelas Pengguna, BahanMakanan, Target, dan Alergi, serta dilengkapi aturan untuk pengecualian alergi dan rekomendasi berdasarkan makronutrien. Sistem diuji fungsional menggunakan Pellet reasoner dan dieksekusi pada 6 profil pengguna yang dijadikan sebagai contoh. Fokus evaluasi adalah kemampuan sistem dalam mengecualikan bahan yang mengandung alergen. Hasil pengujian menunjukkan sistem berhasil mencegah rekomendasi bahan mengandung alergen pada seluruh profil uji (*Allergy Exclusion Success Rate = 100%*) dan menghasilkan rekomendasi yang sesuai target (*bulking/cutting/maintenance*). Penelitian ini membuktikan kelayakan pendekatan ontologi dan aturan SWRL sebagai dasar pengetahuan untuk rekomendasi menu personal bagi penggiat

* Corresponding Author

Email address: ra_vinarti@its.ac.id (Retno Aulia Vinarti)
<https://doi.org/10.24089/j.sisfo.2026.09.005>

fitness. Implementasi dari penelitian ini diharapkan dapat memperkuat literasi nutrisi di kalangan penggiat *fitness* yang sedang marak beberapa tahun terakhir.

Kata kunci: Sistem Pakar, Ontologi, Rekomendasi Makanan, Penggiat *Fitness*, SWRL, Pellet.

© 2026 Jurnal SISFO.

Histori Artikel: Disubmit 26-06-2025; Direvisi 05-11-2025; Diterima 06-11-2025; Tersedia online 31-05-2026

1. Pendahuluan

Pola makan yang sehat dan terencana merupakan fondasi penting dalam mencapai tujuan kebugaran, terutama bagi para penggiat *fitness*. Kebutuhan nutrisi seorang penggiat *fitness* bersifat unik dan dinamis, bergantung pada tujuan spesifik seperti *bulking* (penambahan massa otot), *cutting* (pengurangan lemak), atau *maintenance* (pemeliharaan komposisi tubuh). Namun, banyak individu mengalami kesulitan dalam menyusun menu makanan harian yang tidak hanya sesuai dengan target kalori dan makronutrien, tetapi juga mempertimbangkan batasan personal seperti alergi atau kondisi medis tertentu. Penelitian menunjukkan bahwa 42,44% atlet pria mahasiswa memiliki literasi nutrisi yang buruk [1], sementara tingkat pengetahuan nutrisi olahraga di kalangan atlet perguruan tinggi hanya mencapai 35-40% dari skor yang memadai yaitu pada ambang batas 75% [2]. Kesulitan ini semakin diperparah oleh hambatan praktis dalam perencanaan makanan, di mana 33% individu mengidentifikasi keterbatasan waktu sebagai penghalang utama dalam menyiapkan makanan sehat [3], dan 37-46% melaporkan kendala waktu yang mempengaruhi perilaku diet mereka [4]. Kurangnya pengetahuan yang komprehensif mengenai ragam bahan makanan dan nilai gizinya, dikombinasikan dengan keterbatasan waktu dan kepercayaan yang rendah terhadap informasi nutrisi di mana hanya 38% orang dewasa sangat mempercayai sains terkait makanan dan nutrisi menjadi kendala utama yang signifikan [5].

Kesenjangan literasi nutrisi yang signifikan di kalangan penggiat *fitness* menciptakan tantangan serius dalam pencapaian tujuan kebugaran mereka. Studi menunjukkan bahwa pengetahuan nutrisi rata-rata hanya mencapai 46% dari jawaban yang benar, dengan atlet menunjukkan praktik diet yang moderat meskipun terdapat kesenjangan pengetahuan yang substansial [6]. Keterbatasan ini tidak hanya berdampak pada kualitas diet, di mana atlet sering mengalami asupan biji-bijian utuh, buah, dan produk susu yang suboptimal tetapi juga pada kemampuan mereka untuk menerapkan pengetahuan nutrisi ke dalam praktik sehari-hari. Meskipun banyak atlet memahami pentingnya nutrisi untuk kesehatan dan performa, hanya 37% yang secara konsisten merencanakan makanan mereka sebelum memasak. Situasi ini memerlukan solusi teknologi yang dapat menyederhanakan proses perencanaan nutrisi, memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi, dan menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoritis dan aplikasi praktis [7]. Selain itu, kekeliruan dalam merencanakan nutrisi yang tidak sesuai target dapat berdampak pada ketidakseimbangan asupan nutrisi, terganggunya metabolisme tubuh (konstipasi), emosi yang tidak stabil, dan penurunan massa otot.

Perkembangan teknologi informasi, khususnya dalam bidang kecerdasan buatan, menawarkan solusi untuk mengatasi tantangan ini. Sistem pakar (*expert system*) hadir sebagai program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan menyelesaikan masalah seperti layaknya seorang pakar dalam bidang tertentu [8]. Dalam konteks kesehatan, sistem pakar telah banyak dikembangkan untuk membantu diagnosis dan memberikan saran, seperti pada penyakit stroke [9] dan diabetes melitus [10].

Salah satu pendekatan yang efektif dalam membangun basis pengetahuan untuk sistem pakar adalah menggunakan ontologi. Ontologi merupakan representasi formal dari pengetahuan yang mendefinisikan konsep, relasi, dan entitas dalam suatu domain secara sistematis dan dapat dipahami oleh mesin [11, 12]. Penggunaan ontologi menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan sistem berbasis aturan (*rule-based*) konvensional. Pertama, ontologi memiliki kemampuan penalaran semantik yang lebih kuat, memungkinkan sistem untuk menghubungkan titik-titik keputusan yang mungkin tidak diprogram secara eksplisit dalam

aturan [13]. Kedua, ontologi mendukung interoperabilitas semantik yang memfasilitasi pertukaran data dan pengetahuan yang bermakna antar sistem yang berbeda [14]. Ketiga, ontologi memberikan kemudahan dalam pemeliharaan dan pengembangan sistem melalui modularitas, yang memungkinkan pembaruan pengetahuan domain tanpa mengubah keseluruhan struktur sistem [15]. Keempat, ontologi memungkinkan reusabilitas dan skalabilitas yang lebih baik dalam pengembangan sistem pakar, di mana modul-modul pengetahuan dapat digunakan kembali dan diperluas sesuai kebutuhan [16].

Penggunaan ontologi dalam sistem rekomendasi, terutama untuk makanan dan nutrisi, telah terbukti mampu meningkatkan akurasi dan personalisasi rekomendasi [17]. Pendekatan ini memungkinkan pemodelan pengetahuan yang kompleks, mencakup bahan makanan, kandungan nutrisi, resep, diet, hingga profil pengguna secara terstruktur. Meskipun telah banyak sistem rekomendasi makanan yang dikembangkan untuk berbagai kebutuhan, seperti untuk ibu hamil [18], penderita obesitas [19], anak-anak [20], lansia [21], dan penderita penyakit jantung koroner [22], masih terdapat celah penelitian untuk sistem yang secara khusus melayani kebutuhan variatif dari para penggiat *fitness*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan cara merancang dan membangun "Nutri-Fit", sebuah sistem pakar berbasis ontologi yang mampu memberikan rekomendasi menu makanan harian yang dipersonalisasi bagi penggiat *fitness*. Sistem ini dirancang untuk memberikan panduan nutrisi yang akurat dan relevan dengan mempertimbangkan tujuan latihan (*bulking, cutting, maintenance*), data antropometri, serta riwayat alergi pengguna, sehingga dapat membantu mereka mencapai target kebugaran. Manfaat lain dari penelitian ini juga dapat menunjang tren penggunaan AI untuk kebugaran dan kesehatan tubuh yang dipersonalisasi.

2. Tinjauan Pustaka/Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini dibangun di atas beberapa konsep dan teknologi kunci yang telah ada sebelumnya. Tinjauan pustaka berikut menguraikan landasan-landasan tersebut.

2.1 Sistem Pakar di Bidang Kesehatan

Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran untuk memecahkan masalah yang biasanya memerlukan keahlian seorang pakar [8]. Sistem ini dirancang untuk meniru perilaku seorang ahli dan dapat berfungsi sebagai pendukung pengambilan keputusan yang bersifat konsultatif [23]. Di bidang kesehatan, sistem pakar telah digunakan secara luas untuk membantu diagnosis dan edukasi. Contohnya termasuk sistem untuk prediksi risiko stroke [9], sistem untuk menentukan menu sehat bagi penderita diabetes [10], dan sistem untuk identifikasi gangguan tanaman hutan [8]. Sistem pakar dapat dibangun dengan berbagai metode, seperti *forward chaining* [8] dan berbasis database untuk mempermudah pembaruan basis pengetahuan [23].

2.2 Sistem Rekomendasi Makanan

Sistem rekomendasi makanan dirancang untuk membantu pengguna mengatasi beban informasi yang berlebih dengan menyarankan produk atau layanan yang paling sesuai dengan preferensi mereka [17]. Sistem ini menjadi sangat relevan dalam domain kesehatan dan nutrisi, di mana rekomendasi yang dipersonalisasi sangat dibutuhkan. Berbagai sistem rekomendasi makanan telah dikembangkan untuk kelompok pengguna dengan kebutuhan spesifik, seperti penderita obesitas [19], penyakit jantung koroner [22], lansia [21], ibu hamil [18], dan anak usia sekolah [20], yang menunjukkan fleksibilitas dan pentingnya teknologi ini.

2.3 Peran Ontologi dan SWRL dalam Sistem Rekomendasi

Untuk merepresentasikan pengetahuan domain secara formal dan terstruktur, ontologi menjadi teknologi yang sangat efektif. Ontologi adalah spesifikasi eksplisit dari sebuah konseptualisasi, yang memungkinkan

definisi entitas, atribut, dan relasi dalam suatu domain yang dapat dipahami baik oleh manusia maupun mesin [11]. Dalam sistem rekomendasi nutrisi, ontologi digunakan untuk memodelkan pengetahuan tentang makanan, bahan, resep, diet, alergi, dan profil pengguna [12]. Beberapa penelitian telah berhasil membangun ontologi untuk kebutuhan spesifik seperti ibu hamil [18], anak usia sekolah [20], penderita penyakit jantung koroner [22], dan lansia [21]. Untuk meningkatkan kemampuan penalaran (*reasoning*) pada ontologi, *Semantic Web Rule Language* (SWRL) digunakan untuk mendefinisikan aturan-aturan logis [18]. SWRL memungkinkan sistem untuk melakukan inferensi pengetahuan baru berdasarkan fakta-fakta yang ada di dalam ontologi. Banyak penelitian telah berhasil menerapkan SWRL untuk mengklasifikasikan level nutrisi makanan, menghitung kebutuhan kalori, dan memberikan rekomendasi yang disesuaikan dengan kondisi pengguna seperti alergi atau penyakit tertentu [18]. Penggunaan SWRL pada sistem rekomendasi olahraga bagi penderita obesitas juga terbukti dapat memberikan personalisasi berdasarkan level aktivitas dan massa lemak pengguna [19]. Kombinasi ontologi dan SWRL terbukti dapat meningkatkan akurasi dan personalisasi dari sistem rekomendasi yang dibangun [17].

2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Untuk mengidentifikasi *novelty* penelitian ini, berikut disajikan tabel perbandingan penelitian sebelumnya yang telah mengembangkan sistem rekomendasi makanan berbasis ontologi untuk berbagai pengguna.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian	Target Pengguna	Teknologi	Fitur Utama	Keterbatasan
[18]	Ibu Hamil	Ontologi + SWRL	Rekomendasi menu berdasarkan trimester kehamilan, kebutuhan nutrisi spesifik kehamilan	Terbatas untuk segmen populasi tertentu (ibu hamil), tidak mempertimbangkan variasi preferensi makanan yang luas, metabolisme berbeda antar individu
[20]	Anak Usia Sekolah	Ontologi + SWRL	Rekomendasi menu berdasarkan kebutuhan nutrisi anak, memperhitungkan alergi	Fokus pada kelompok usia spesifik, tidak fleksibel untuk tujuan <i>fitness</i> yang beragam, asupan kalori statis
[22]	Penderita Penyakit Jantung Koroner	Ontologi + SWRL	Rekomendasi menu dengan pembatasan lemak, sodium, kolesterol	Dirancang untuk kondisi patologis spesifik, tidak cocok untuk populasi sehat dengan tujuan <i>fitness</i> dinamis, kalori tidak disesuaikan dengan aktivitas olahraga
[19]	Penderita Obesitas	Ontologi + SWRL	Rekomendasi olahraga berdasarkan level aktivitas dan BMI	Fokus pada rekomendasi aktivitas fisik, bukan menu makanan; belum menggabungkan nutrisi dan <i>exercise</i> secara terpadu untuk tujuan <i>fitness</i>
[21]	Lansia	Ontologi + SWRL	Rekomendasi menu dengan mempertimbangkan kemampuan mengunyah dan pencernaan	Target populasi spesifik dengan kondisi kesehatan khusus, tidak sesuai untuk atlet/penggiat <i>fitness</i> aktif, kebutuhan nutrisi tidak dinamis sesuai fase latihan
[12]	Umum	Ontologi	Sistem rekomendasi nutrisi berbasis ontologi generik	Tidak spesifik untuk kelompok pengguna, tidak mempertimbangkan target kebugaran yang berbeda-beda
Nutri-Fit (2025)	Penggiat Fitness	Ontologi + SWRL	Rekomendasi menu harian yang dipersonalisasi untuk tujuan kebugaran berbeda (<i>bulking/cutting/maintenance</i>), mempertimbangkan data antropometri, riwayat alergi, dan preferensi makanan; sistem dinamis yang menyesuaikan dengan fase latihan dan target komposisi tubuh	Mengisi <i>gap</i> penelitian untuk populasi penggiat <i>fitness</i> dengan pendekatan holistik yang belum ada sebelumnya

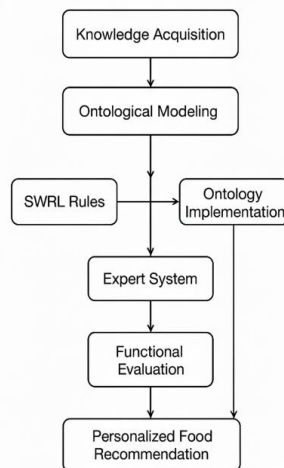
2.5 Kontribusi Penelitian

Penelitian Nutri-Fit memberikan kontribusi pada domain sistem rekomendasi makanan berbasis ontologi dengan mengaplikasikan pendekatan ontologi dan SWRL yang telah terbukti efektif pada penelitian sebelumnya, namun dengan fokus pada populasi penggiat *fitness* yang berbeda. Kebaruan penelitian ini terletak pada:

- 1) Aplikasi pada domain *fitness*. Penelitian ini mengimplementasikan ontologi dan SWRL untuk merekomendasikan menu makanan khusus bagi penggiat *fitness* sehingga memperluas aplikasi teknologi ontologi ke domain yang belum banyak diteliti.
- 2) Handling tujuan kebugaran yang beragam. Sistem dirancang untuk menangani tiga tujuan kebugaran yang berbeda (*bulking, cutting, maintenance*) dalam satu *framework*, dengan aturan-aturan SWRL yang mengadaptasi rekomendasi berdasarkan fase latihan pengguna aplikasi.
- 3) Integrasi data antropometri dan alergi. Sistem mengintegrasikan data antropometri pengguna (berat badan, tinggi badan, usia, jenis kelamin) dengan riwayat alergi dan preferensi makanan untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih personal.
- 4) Solusi untuk *gap* literasi nutrisi di kalangan penggiat *fitness*. Berdasarkan studi literatur, belum ada pemanfaatan sistem pakar atau sistem rekomendasi pangan yang memiliki tiga tujuan kebugaran. Dengan tingkat pengetahuan nutrisi yang rendah dan hambatan waktu yang signifikan pada populasi ini, sistem ini menyediakan alat yang dapat membantu penggiat *fitness* merencanakan menu harian dengan lebih mudah tanpa memerlukan konsultasi langsung dengan ahli gizi.

3. Metodologi

Pada bab ini, dijelaskan metode yang dipakai untuk membangun Nutri-Fit, sebuah sistem pakar rekomendasi menu makanan berbasis ontologi dan aturan SWRL. Secara ringkas, alur kerja penelitian meliputi: 1) akuisisi pengetahuan dari pakar dan literatur; 2) implementasi ontologi dalam format OWL; 3) perancangan dan pengujian aturan SWRL; 4) verifikasi konsistensi dan *reasoning*; serta 5) evaluasi fungsional melalui pengujian profil contoh. Diagram alur di bawah kurang lebih meringkasnya.



Gambar 1. Deskripsi Data Bahan Makanan

Metode ini sendiri dirancang untuk (1) membuat dan memformalkan ontologi pada domain nutrisi (*classes, properties, individuals*) dalam format OWL, (2) mengimplementasikan aturan penalaran (SWRL) untuk menangani pengecualian alergi dan kriteria rekomendasi makronutrien, (3) memverifikasi konsistensi

ontologi menggunakan *reasoner* dan menguji fungsionalitasnya pada sekumpulan profil contoh untuk menilai keberhasilan aturan.

3.1 Desain Penelitian

Pendekatan penelitian ini menggabungkan *knowledge engineering* (rekayasa pengetahuan) dengan studi kasus kecil (*feasibility study*). Di sini, dibuat model pengetahuan (ontologi), menulis aturan penalaran, lalu memeriksa apakah semuanya bekerja dengan benar pada beberapa profil contoh. Hasil yang diharapkan berupa artefak teknis (*file OWL* dan daftar aturan *SWRL*) serta hasil pengujian fungsional.

Tahapan penelitian dimulai dari

- 1) Akuisisi Pengetahuan. Tahap ini berisi pengumpulan informasi dari wawancara dengan seorang pakar kebugaran dan dari literatur nutrisi seperti kebutuhan makronutrien tiap target (*bulking/cutting/maintenance*), contoh porsi, dan daftar alergen. Tujuannya supaya pengetahuan yang dimasukkan akurat dan relevan. Dilakukan wawancara dengan seorang *Coach/Personal Trainer* dari ITS Fitness Centre untuk tahap akuisisi pengetahuan ini.
- 2) Perancangan Konsep. Tahap ini menyusun konsep utama (Pengguna, BahanMakanan, Target, Alergi) dan relasi antar konsepnya berdasarkan hasil wawancara (Akuisisi Pengetahuan) yang sudah dilakukan.
- 3) Implementasi OWL. Menerjemahkan skema konsep tadi ke dalam format OWL menggunakan Protégé. Langkahnya termasuk membuat kelas (*classes*), properti (*object properties* dan *data properties*), dan contoh individu (*individuals*).
- 4) Penulisan Aturan SWRL. Menulis aturan yang menangani logika rekomendasi, misalnya aturan untuk mengecualikan bahan yang mengandung alergen dan aturan untuk memilih bahan berdasarkan ambang nutrisi.
- 5) Reasoning & Verifikasi. Menjalankan *reasoner* (Pellet) untuk melihat inferensi yang dihasilkan dan mengecek konsistensi ontologi. Dilakukan perbaikan model atau aturan bila ditemukan konflik.
- 6) Evaluasi Fungsional. Menguji sistem pada beberapa profil contoh (mis. apakah alergen dikeluarkan dari rekomendasi, bagian mana dari aturan yang perlu disesuaikan).

3.2 Sumber Data dan Akuisisi Pengetahuan

Terdapat tiga sumber data dan pengetahuan dari Nutri-Fit, yaitu **wawancara pakar** yang dilakukan dengan seorang pakar kebugaran (disamakan sebagai *Coach X*). Wawancara meliputi kebutuhan makronutrien per target (*bulking/cutting/maintenance*), contoh porsi, dan daftar alergen penting. **Literatur nutrisi** yang berisi pedoman nutrisi umum dan sumber data nutrisi bahan makanan. **Data bahan makanan** yaitu data nutrisi per 100 g (kalori, protein, karbohidrat, lemak) yang dikompilasi dari sumber referensi terpercaya.

3.3 Deskripsi Data Uji Profil (Contoh)

Pengujian awal dilakukan menggunakan enam profil contoh (Pengguna) dan beberapa individu Bahan Makanan yang sudah didefinisikan pada ontologi.

3.3.1 Deskripsi Data Pengguna

Data pada Tabel 2 merupakan data contoh profile pengguna yang dipakai untuk evaluasi (*accuracy test*) hasil dari Nutri-Fit.

3.3.2 Deskripsi Data Bahan Makanan

Data pada Tabel 3 sedikit dimodifikasi untuk nilai gizinya untuk keperluan *testing (accuracy test)*.

Tabel 2. Deskripsi Data Pengguna

individual id	usia	jenisKelamin	tinggiBadan (cm)	beratBadan (kg)	alergi	target
User001	28	Pria	175	75	-	<i>Bulking</i>
User002	25	Wanita	160	60	-	<i>Cutting</i>
User003	35	Pria	172	70	-	<i>Maintain</i>
User004	28	Wanita	168	62	<i>Dairy Product</i>	<i>Bulking</i>
User005	20	Pria	170	65	Telur	<i>Cutting</i>
User006	26	Pria	178	78	<i>Seafood</i>	<i>Maintain</i>

Tabel 3. Deskripsi Data Bahan Makanan

namaMakanan	kaloriPer100g	karbohidratPer100g	proteinPer100g	lemakPer100g	alergen
Air Putih	0	0	0	0	-
Alpukat	160	8.5	2	14.7	-
Bayam Rebus	23	3.6	2.9	0.4	-
Brokoli Kukus	34	6.6	2.8	0.4	-
Dada Ayam Rebus	159	0.5	31	3.6	-
Daging Merah Berlemak	250	2	26	15	-
Greek Yoghurt	95	4	18	0.5	DairyProduct
Kacang Almond Panggang	580	22	21	50	-
Kue Manis	400	60	4	20	DairyProduct, Telur
Nasi Merah	111	23	2.6	0.9	-
Roti Gandum	247	41	13	3.8	-
Roti Tawar Putih	265	49	9	3	-
Salmon Panggang	208	1	21	13	Seafood
Telur Rebus	155	1.1	15	12	Telur
Tempe Bakar	190	9	19	8	-
Ubi Jalar Rebus	86	20.1	1.6	0.1	-

3.4 Rekayasa Pengetahuan dan Pembangunan Ontologi

3.4.1 Akuisisi & Analisis

Hasil wawancara digabungkan dengan *literatur study* untuk mengidentifikasi istilah domain, relasi utama, dan aturan spesifik (mis. ambang protein untuk *bulking*). Istilah yang dihasilkan di-*map* ke konsep Ontologi.

3.4.2 Desain Ontologi

Desain ontologi ini merefleksikan struktur pengetahuan yang telah dikurasi dengan baik. Desaim ini siap untuk diimplementasikan dalam aturan SWRL dan pengembangan antarmuka pengguna yang terintegrasi.

Berdasarkan Tabel 4, ontologi dibangun di atas empat *Classes* utama yang merepresentasikan konsep inti dalam domain ini: Alergi, BahanMakanan, Pengguna, dan Target. Kelas BahanMakanan kemudian dirinci lebih lanjut ke dalam lima *Subclasses* yang mengategorikan jenis asupan berdasarkan fungsi nutrisinya, yaitu AsupanCairan, AsupanVitaminDanMineral, SumberKarbohidrat, SumberLemakSehat, dan SumberProtein. Setiap kelas dan subkelas ini diisi dengan contoh-contoh nyata yang disebut *Individuals*. Sebagai contoh, DadaAyamRebus dan SalmonPanggang adalah individu dari subkelas SumberProtein, *Bulking* adalah individu dari kelas Target, dan AlergiSeafood adalah individu dari kelas Alergi. Struktur hierarkis ini memungkinkan sistem untuk mengelola dan melakukan penalaran terhadap pengetahuan nutrisi secara sistematis.

Tabel 4. *Classes, Subclasses, dan Individuals*

<i>Classes</i>	<i>Subclasses</i>	<i>Individuals</i>	
Alergi		AlergiDairyProduct; AlergiKacang; AlergiSeafood; AlergiTelur	
BahanMakanan	AsupanCairan	KueManis	AirPutih; JusBuahSegar
	AsupanVitaminDanMineral		BayamRebus; BrokoliRebus
	SumberKarbohidrat		NasiMerah; RotiTawarPutih; RotiGandum; UbiJalarRebus
	SumberLemakSehat		Alpukat; KacangAlmondPanggang
	SumberProtein		DadaAyamRebus; DagingMerahBerlemak; GreekYoghurt; SalmonPanggang; TelurRebus; TempeBakar
Pengguna		User001; User002; User003; User004; User005; User006; User007	
Target		Bulking; Cutting; Mantain	

Untuk mendefinisikan hubungan antarkelas dan atribut spesifik dari setiap individu, ontologi ini menggunakan *Object Properties* dan *Data Properties*, seperti yang dirinci pada Tabel 5.

Tabel 5. *Object Properties dan Data Properties*

<i>Properties</i>	Detail
Onject Properties	bahanDihindari: Pengguna → BahanMakanan disarankanJugaMengonsumsi: Pengguna → BahanMakanan disarankanMengonsumsiKarbohidrat: Pengguna → SumberKarbohidrat disarankanMengonsumsiProtein: Pengguna → SumberProtein memilikiAlergen: BahanMakanan → Alergi memilikiAlergi: Pengguna → Alergi memilikiTarget: Pengguna → Target
Data Properties	beratBadan: Pengguna → xsd:double idPengguna: Pengguna → xsd:string jenisKelamin: Pengguna → xsd:string kaloriPer100g:BahanMakanan → xsd:double karbohidratPer100g:BahanMakanan → xsd:double lemakPer100g:BahanMakanan → xsd:double namaMakanan: BahanMakanan → xsd:string proteinPer100g:BahanMakanan → xsd:double tinggiBadan: Pengguna → xsd:double usia: Pengguna → xsd:integer

Object Properties mendefinisikan relasi semantik antara dua individu. Sebagai contoh, properti memilikiTarget digunakan untuk menghubungkan individu Pengguna dengan individu Target yang dipilihnya (misalnya, User001 memilikiTarget Bulking). Properti lain seperti memilikiAlergi dan memilikiAlergen menjadi kunci dalam mekanisme pengecualian makanan. Sementara itu, properti seperti disarankanMengonsumsiProtein dan disarankanMengonsumsiKarbohidrat secara eksplisit membentuk dasar dari rekomendasi yang akan diberikan oleh sistem kepada pengguna. Data Properties berfungsi untuk memberikan nilai literal atau atribut data kepada individu. Pada kelas Pengguna, data properti seperti usia, beratBadan, dan tinggiBadan digunakan untuk menyimpan informasi profil pengguna yang esensial untuk perhitungan kebutuhan nutrisi. Di sisi lain, untuk individu di bawah kelas BahanMakanan, data properti seperti kaloriPer100g, proteinPer100g, lemakPer100g, dan karbohidratPer100g digunakan untuk menyimpan fakta nutrisi per 100 gram sajian. Atribut-atribut kuantitatif ini menjadi fondasi bagi mesin inferensi (*Reasoner*) dalam menjalankan aturan-aturan SWRL untuk menghasilkan rekomendasi yang akurat dan terpersonalisasi.

3.5 Perancangan Aturan (SWRL)

Aturan SWRL digunakan untuk menangani logika rekomendasi. Aturan yang dibuat diusahakan agar mudah diuji dan modular.

3.5.1 Aturan SWRL

Sistem pakar akan menyimpulkan rekomendasi yang dipersonalisasi berdasarkan data pengguna, yaitu target diet dan batasan alergi. Total terdapat 10 aturan yang dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama: 1) Aturan Pengecualian; 2) Aturan Rekomendasi Makronutrien Inti; dan 3) Aturan Rekomendasi Tambahan.

1) Kelompok Aturan Pengecualian

Aturan 1 (Gambar 2): Pengecualian Bahan Makanan Berdasarkan Alergi

Name
Aturan untuk Menghindari Bahan Makanan Berdasarkan Alergi
Comment
Status
Ok
fp_cognitif:Pengguna(?p) ^ fp_cognitif:memilikiAlergi(?p, ?al) ^ fp_cognitif:BahanMakanan(?bm) ^ fp_cognitif:memilikiAlergen(?bm, ?al) -> fp_cognitif:bahanDihindari(?p, ?bm)

Gambar 2. Aturan Pengecualian Bahan Makanan Berdasarkan Alergi

Tujuan: Aturan ini berfungsi sebagai fondasi keamanan sistem. Tujuannya adalah untuk secara eksplisit menandai semua bahan makanan yang berpotensi menyebabkan reaksi alergi pada pengguna.

Logika:

- 1) Aturan akan mencari pengguna (?p) dan jenis alergi (?al) yang dimilikinya.
- 2) Selanjutnya, aturan mencari bahan makanan (?bm) yang memiliki kandungan alergen (?al) yang sama.
- 3) Jika kedua kondisi tersebut terpenuhi, sistem akan menyimpulkan sebuah fakta baru, yaitu pengguna ?p harus menghindari bahan makanan ?bm dengan membuat relasi bahanDihindari. Hasil dari aturan ini akan digunakan oleh semua aturan rekomendasi lainnya sebagai filter keamanan.

2) Kelompok Aturan Rekomendasi Makronutrien Inti

Kelompok ini berisi aturan-aturan utama yang merekomendasikan sumber protein dan karbohidrat sesuai dengan tiga target diet yang berbeda: *Bulking*, *Cutting*, dan *Maintain*.

a) Target: *Bulking*

Tujuan *bulking* adalah menambah massa otot, yang memerlukan surplus kalori dengan asupan protein dan karbohidrat yang tinggi.

Aturan 2 (Gambar 3): Rekomendasi Protein (*Bulking*)

Name
Aturan untuk Merekomendasikan Protein dengan Target Diet Bulking
Comment
Status
Ok
fp_cognitif:Pengguna(?p) ^ fp_cognitif:memilikiTarget(?p, fp_cognitif:Bulking) ^ fp_cognitif:SumberProtein(?sp) ^ fp_cognitif:proteinPer100g(?sp, ?protein) ^ swrlb:greaterThan(?protein, 20.0) ^ fp_cognitif:kaloriPer100g(?sp, ?kalori) ^ swrlb:greaterThan(?kalori, 150.0) -> fp_cognitif:disarankanMengonsumsiProtein(?p, ?sp)

Gambar 3. Aturan Rekomendasi Protein (*Bulking*)

Tujuan: Merekomendasikan sumber protein padat kalori untuk mendukung sintesis protein otot secara maksimal.

Logika: Aturan ini menargetkan SumberProtein dengan kandungan protein di atas 20g dan kalori di atas 150 kkal per 100g, yang ideal untuk surplus energi.

Aturan 3 (Gambar 4): Rekomendasi Karbohidrat (*Bulking*)

Name
Aturan untuk Merekomendasikan Karbohidrat dengan Target Diet Bulking
Comment
Status
Ok
fp_cognitif:Pengguna(?p) ^ fp_cognitif:memilikiTarget(?p, fp_cognitif:Bulking) ^ fp_cognitif:SumberKarbohidrat(?sk) ^ fp_cognitif:karbohidratPer100g(?sk, ?karbo) ^ swrlb:greaterThan(?karbo, 25.0) ^ fp_cognitif:kaloriPer100g(?sk, ?kalori) ^ swrlb:greaterThan(?kalori, 100.0) -> fp_cognitif:disarankanMengonsumsiKarbohidrat(?p, ?sk)

Gambar 4. Aturan Rekomendasi Karbohidrat (*Bulking*)

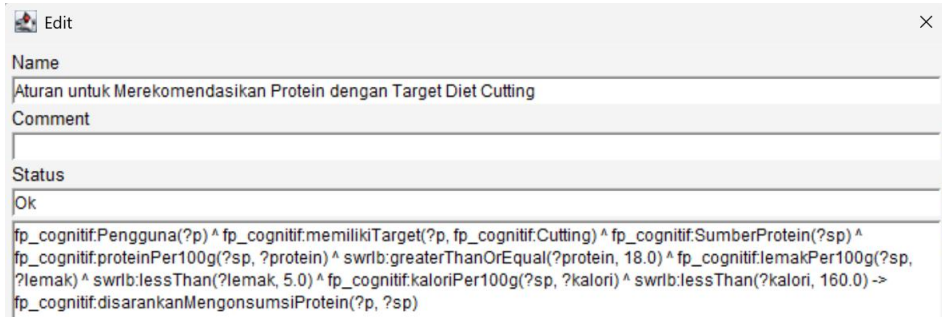
Tujuan: Merekomendasikan sumber karbohidrat padat energi untuk bahan bakar latihan intensitas tinggi.

Logika: Aturan ini mencari SumberKarbohidrat dengan kandungan karbohidrat di atas 25g dan kalori di atas 100 kkal per 100g.

b) Target: *Cutting*

Tujuan *cutting* adalah mengurangi lemak tubuh sambil menjaga massa otot, yang memerlukan defisit kalori dengan asupan protein tinggi dan lemak rendah.

Aturan 4 (Gambar 5): Rekomendasi Protein (*Cutting*)

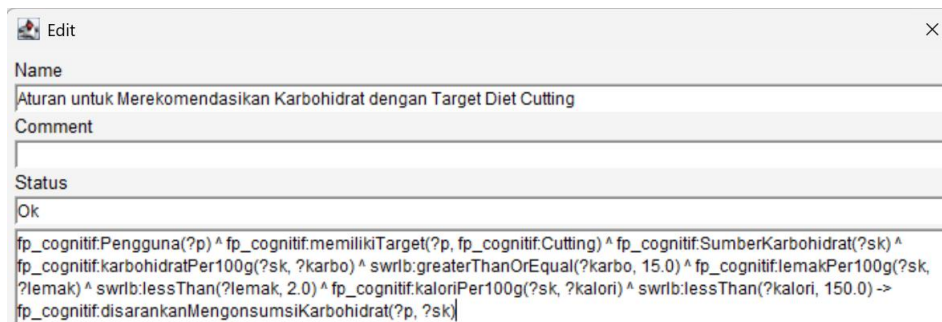


Gambar 5. Aturan Rekomendasi Protein (*Cutting*)

Tujuan: Merekomendasikan sumber protein yang sangat ramping (*lean*) untuk menjaga otot selama defisit kalori.

Logika: Aturan ini sangat ketat, mencari SumberProtein dengan protein minimal 18g, namun lemak harus di bawah 5g dan kalori di bawah 160 kkal.

Aturan 5 (Gambar 6): Rekomendasi Karbohidrat (*Cutting*)



Gambar 6. Aturan Rekomendasi Karbohidrat (*Cutting*)

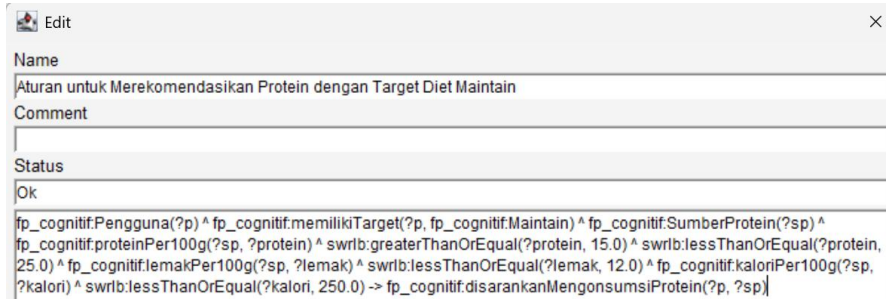
Tujuan: Merekomendasikan sumber karbohidrat yang bersih dan terkontrol untuk energi tanpa menambah lemak dan kalori berlebih.

Logika: Aturan ini mencari SumberKarbohidrat dengan lemak sangat rendah (di bawah 2g) dan kalori di bawah 150 kkal.

c) Target: *Maintain*

Tujuan *maintain* adalah menjaga berat badan dan komposisi tubuh saat ini dengan pola makan seimbang.

Aturan 6 (Gambar 7): Rekomendasi Protein (*Maintain*)

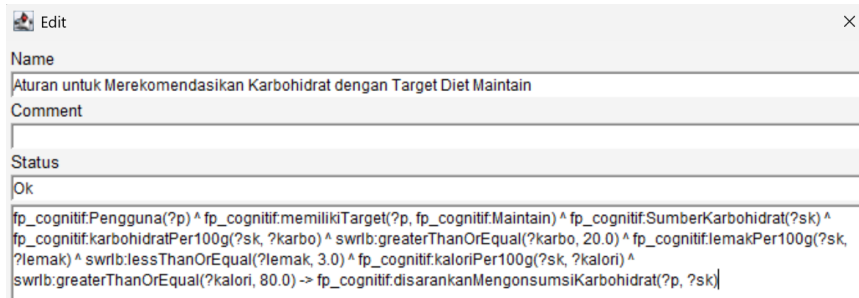


Gambar 7. Aturan Rekomendasi Protein (*Maintain*)

Tujuan: Merekomendasikan sumber protein yang seimbang untuk pemeliharaan tubuh.

Logika: Aturan ini mencari SumberProtein dalam rentang protein, lemak, dan kalori yang moderat dan ideal untuk pola makan seimbang.

Aturan 7 (Gambar 8): Rekomendasi Karbohidrat (*Maintain*)



Gambar 8. Aturan Rekomendasi Karbohidrat (*Maintain*)

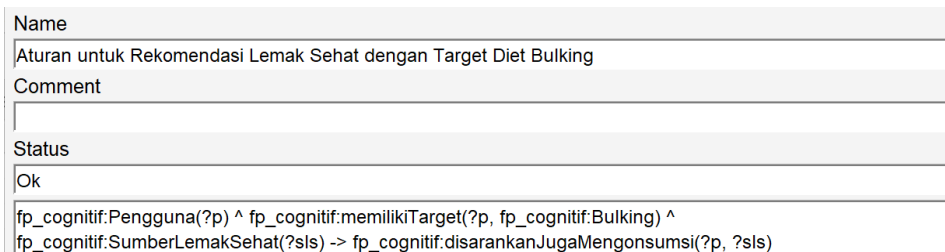
Tujuan: Merekomendasikan sumber karbohidrat berkualitas untuk kebutuhan energi harian yang stabil.

Logika: Aturan ini mencari SumberKarbohidrat yang cukup padat energi namun tetap rendah lemak.

3) Kelompok Aturan Rekomendasi Tambahan

Kelompok ini berisi rekomendasi pelengkap yang penting untuk kesehatan secara umum.

Aturan 8 (Gambar 9): Rekomendasi Lemak Sehat (*Bulking*)

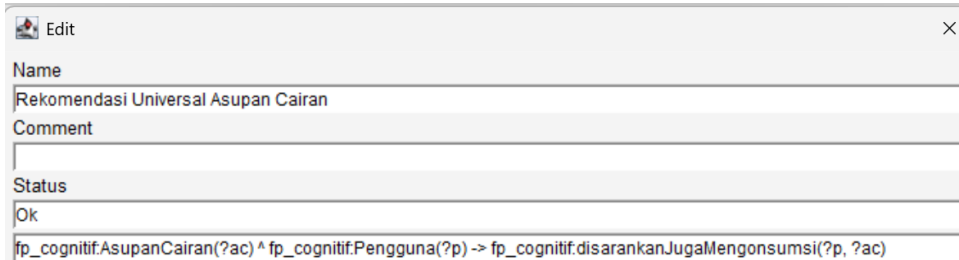


Gambar 9. Aturan Rekomendasi Lemak Sehat (*Bulking*)

Tujuan: Memberikan saran sumber lemak sehat yang padat kalori, secara spesifik untuk pengguna yang ingin menaikkan berat badan.

Logika: Aturan ini merekomendasikan semua individu dari kelas SumberLemakSehat kepada pengguna *Bulking* untuk membantu mencapai surplus kalori.

Aturan 9 (Gambar 10): Rekomendasi Universal Asupan Cairan

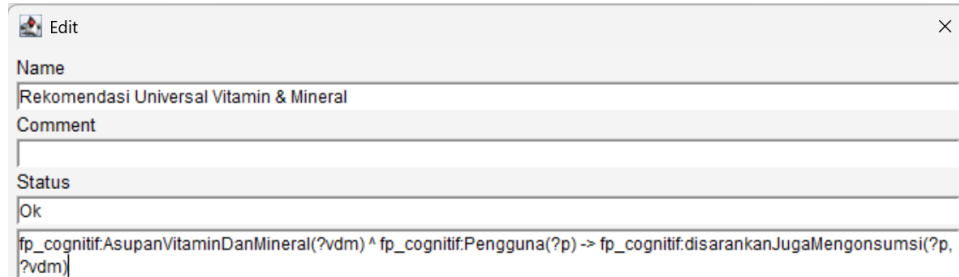


Gambar 10. Aturan Rekomendasi Universal Asupan Cairan

Tujuan: Memastikan semua pengguna, terlepas dari targetnya, diingatkan untuk mengonsumsi cairan yang cukup.

Logika: Aturan ini merekomendasikan semua individu dari kelas AsupanCairan kepada semua pengguna, dengan tetap memeriksa kemungkinan alergi (misalnya alergi susu).

Aturan 10: Rekomendasi Universal Vitamin & Mineral



Gambar 11. Aturan Rekomendasi Universal Vitamin & Mineral

Tujuan: Memastikan semua pengguna mendapatkan asupan mikronutrien dari buah dan sayur.

Logika: Aturan ini merekomendasikan semua individu dari kelas VitaminDanMineral kepada semua pengguna, sebagai fondasi diet yang sehat. (Nama kelas telah disesuaikan dengan ontologi).

3.7 Desain Eksperimen & Prosedur Evaluasi

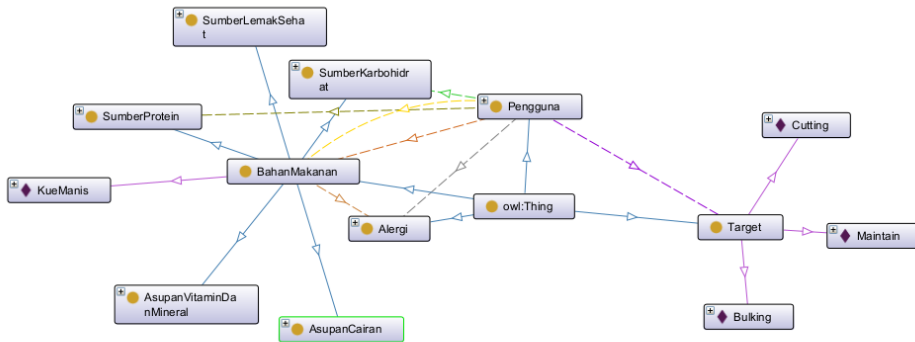
Evaluasi pada penelitian ini bertujuan memeriksa: (1) konsistensi ontologi dan (2) fungsionalitas aturan (apakah aturan menyingkirkan bahan alergi). Evaluasi sederhana ini dilakukan untuk mengukur keberhasilan sistem pakar dalam menerapkan aturan logika yang telah didefinisikan, khususnya dalam memberikan rekomendasi yang sesuai dengan kondisi pengguna. Salah satu indikator kunci yang diukur adalah *Allergy Exclusion Success Rate*, yang bertujuan untuk memastikan sistem tidak merekomendasikan bahan makanan yang memicu alergi pengguna. Metrik ini mengukur persentase keberhasilan sistem dalam mengecualikan bahan makanan yang mengandung alergen sesuai dengan profil alergi pengguna. Perhitungan metrik ini menggunakan formula (1).

$$\text{Allergy Exclusion Success Rate} = (\text{Jumlah profil yang berhasil} / \text{Jumlah total profil yang diuji}) \times 100\% \quad (1)$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Ontograf

Ontograf pada gambar di bawah secara visual memetakan hubungan antarkelas dan properti dalam sistem Nutri-Fit. Pusat dari model ini adalah owl:Thing, yang merupakan kelas akar universal dalam ontologi, terhubung dengan kelas-kelas utama yaitu Pengguna, BahanMakanan, Target, dan Alergi.



Gambar 12. Ontograf Sistem Pakar

Dari visualisasi tersebut, dapat dilihat bahwa kelas Pengguna menjadi titik sentral interaksi. Seorang Pengguna terhubung ke kelas Target, yang memiliki tiga individu: *Bulking*, *Cutting*, dan *Maintain*, yang merepresentasikan tujuan kebugaran pengguna. Relasi ini menunjukkan bahwa setiap rekomendasi akan disesuaikan secara fundamental berdasarkan target yang dipilih.

Kelas BahanMakanan berfungsi sebagai *super class* untuk semua jenis makanan dan nutrisi. Kelas ini memiliki beberapa subkelas yang mengategorikan makanan berdasarkan peran nutrisinya, seperti SumberProtein, SumberKarbohidrat, SumberLemakSehat, AsupanCairan, dan AsupanVitaminDanMineral. Garis putus-putus yang menghubungkan Pengguna dengan subkelas makanan ini (misalnya SumberProtein dan SumberKarbohidrat) merepresentasikan relasi rekomendasi, di mana sistem akan menyarankan individu-individu dari subkelas tersebut kepada pengguna.

Mekanisme penanganan alergi juga terlihat jelas. Kelas Pengguna terhubung dengan kelas Alergi, dan kelas BahanMakanan juga terhubung ke Alergi. Rangkaian hubungan ini memungkinkan mesin inferensi untuk menyimpulkan makanan mana yang harus dihindari (bahanDihindari) oleh pengguna berdasarkan alergi yang mereka miliki dan kandungan alergen pada bahan makanan.

Secara keseluruhan, ontograf ini berhasil memvisualisasikan model konseptual sistem Nutri-Fit, di mana profil, tujuan, dan batasan pengguna (Pengguna, Target, Alergi) secara logis terhubung dengan basis pengetahuan makanan (BahanMakanan dan subkelasnya) untuk menghasilkan rekomendasi yang relevan dan terpersonalisasi.

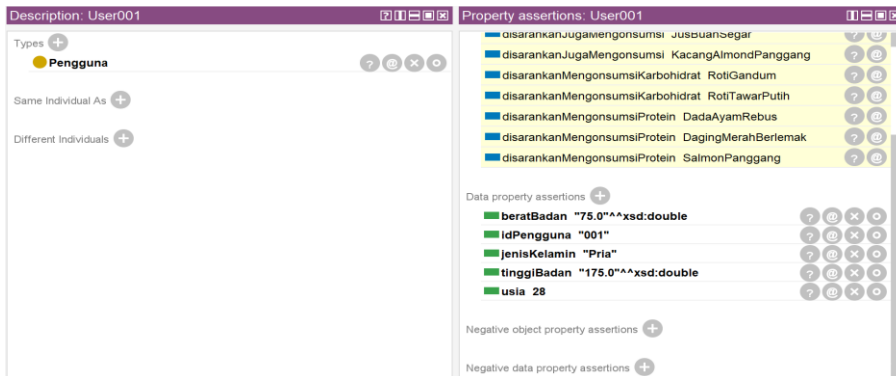
4.2 Hasil Evaluasi Fungsional

Pengujian dilakukan dengan menggunakan enam individual Pengguna (cek Tabel 2) dan Bahan Makanan (cek Tabel 3) yang telah didefinisikan di dalam ontologi. Keenam profil ini mencakup pengguna dengan dan

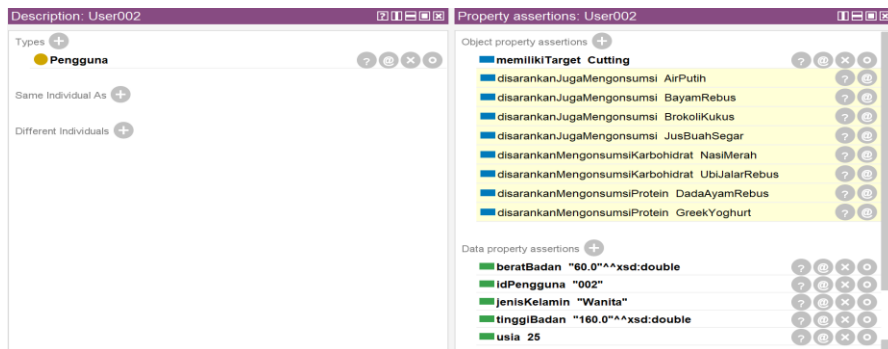
tanpa riwayat alergi. *Reasoner* dijalankan untuk mengeksekusi aturan SWRL yang ada, terutama aturan "Aturan untuk Menghindari Bahan Makanan Berdasarkan Alergi". Hasil rekomendasi yang dihasilkan oleh *reasoner* untuk setiap pengguna kemudian dianalisis untuk memverifikasi apakah ada pelanggaran terhadap batasan alergi.

Berdasarkan eksekusi *reasoner*, diperoleh hasil sebagai berikut:

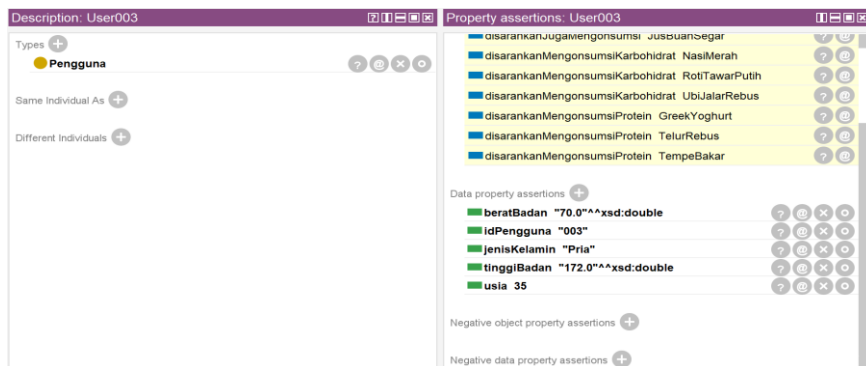
- a. Profil Tanpa Alergi (User001, User002, User003). Ketiga pengguna ini (Gambar 13, 14 dan 15) tidak memiliki properti memilikiAlergi. Karena tidak ada batasan alergi, semua rekomendasi yang diberikan dianggap valid dan berhasil dari perspektif pengecualian alergi.



Gambar 13. Hasil Reasoner User001



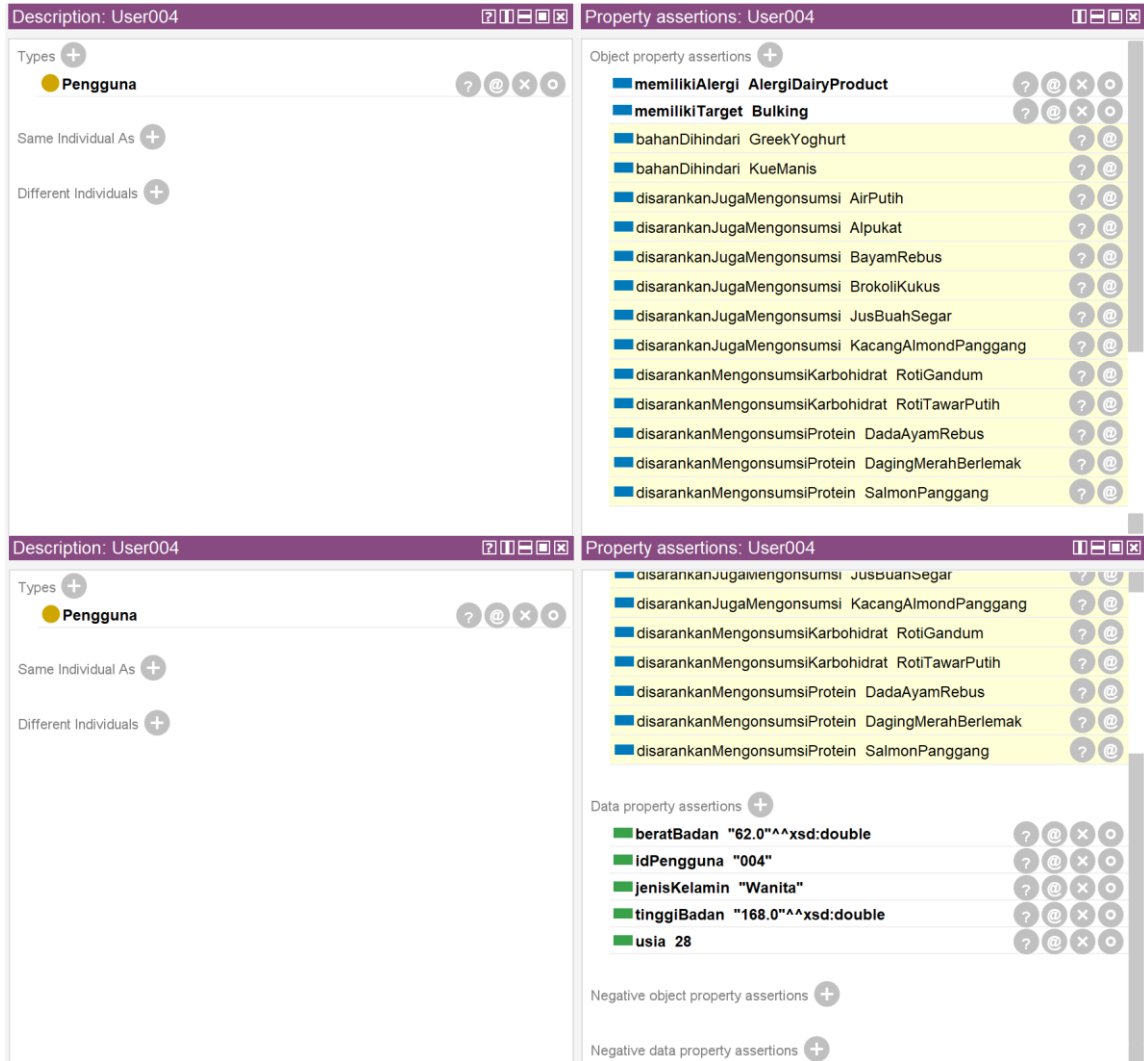
Gambar 14. Hasil Reasoner User002



Gambar 15. Hasil Reasoner User003

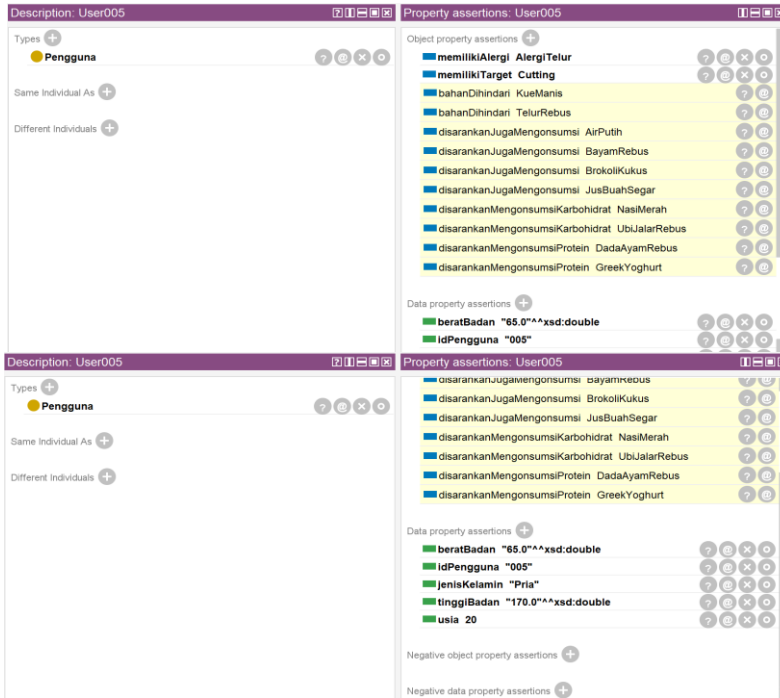
b. Profil dengan Alergi.

1. User004 (Alergi Dairy Product). Pengguna ini memiliki memilikiAlergi AlergiDairyProduct. Aturan SWRL berhasil mengidentifikasi GreekYoghurt dan KueManis sebagai bahanDihindari. Hasil rekomendasi yang ditampilkan (Gambar 16) tidak menyertakan kedua bahan makanan tersebut, sehingga pengujian ini dinyatakan berhasil.



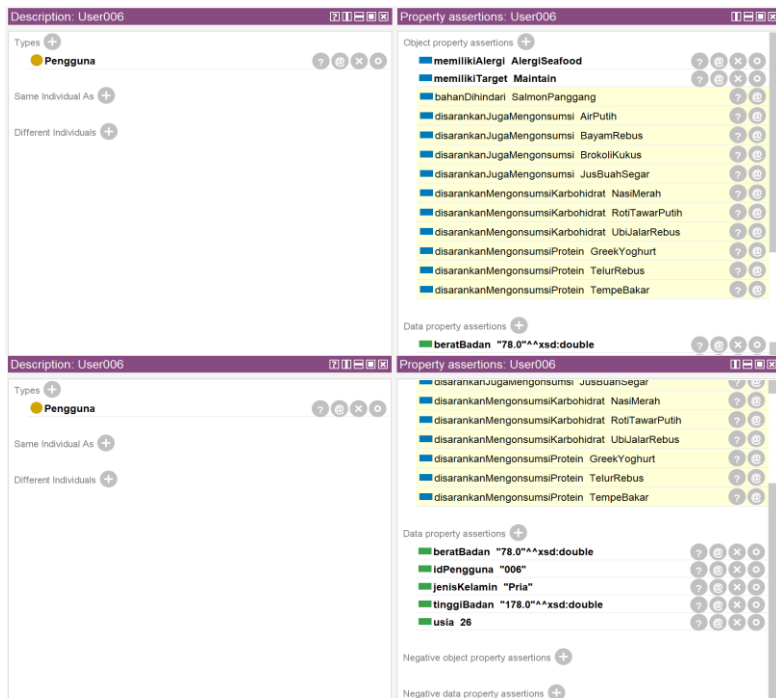
Gambar 16. Hasil Reasoner User004

2. User005 (Alergi Telur). Pengguna ini memiliki memilikiAlergi AlergiTelur. Sistem dengan benar menyimpulkan bahwa TelurRebus dan KueManis adalah bahanDihindari. Daftar rekomendasi makanan untuk pengguna ini (pada Gambar 17) tidak mengandung kedua item tersebut, sehingga pengujian ini dinyatakan berhasil;



Gambar 17. Hasil Reasoner User005

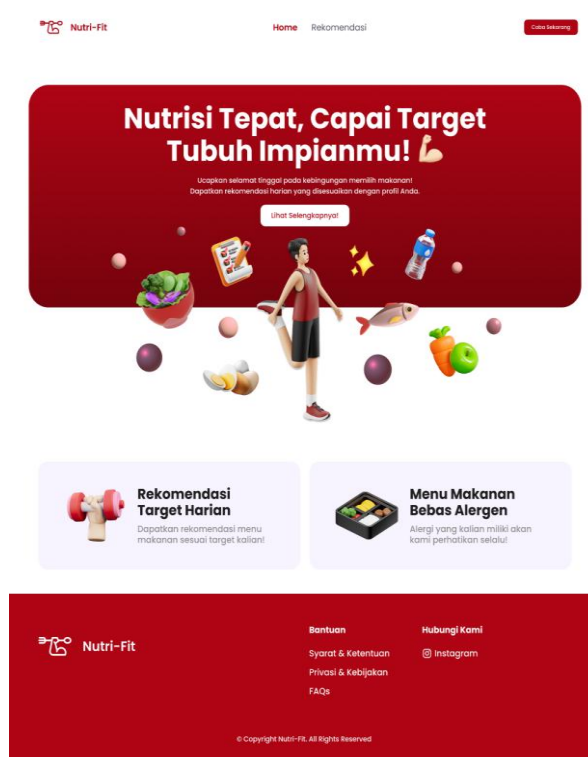
3. User006 (Alergi Seafood). Pengguna ini memiliki memilikiAlergi AlergiSeafood. Aturan SWRL akan mengecualikan SalmonPanggang dari daftar rekomendasi (pada Gambar 18). Dengan demikian, pengujian untuk profil ini dianggap berhasil.



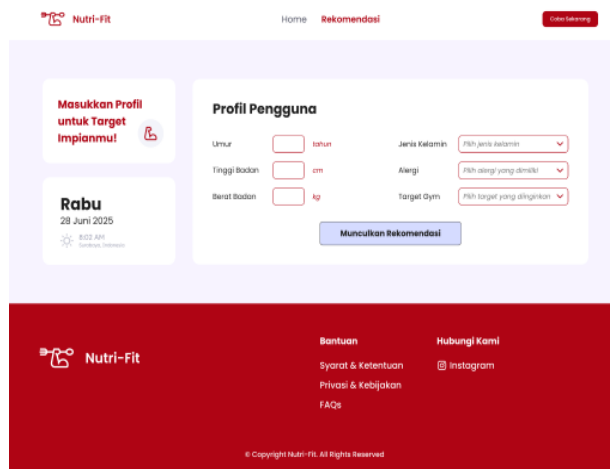
Gambar 18. Hasil Reasoner User006

4.3 Desain UI Form Input

Desain UI untuk *form input* berperan penting sebagai titik awal interaksi antara pengguna dan sistem. Tampilan ini dirancang dibuat sehingga pengguna dapat mengisi data profil mereka dengan cepat. Seperti ditunjukkan pada Gambar 19 dan Gambar 20, halaman *input* menampilkan desain yang *clean*. Setelah dari tab *homepage*, pada tab “Rekomendasi”, terdapat judul utama “Masukkan Profil untuk Target Impianmu!” ditempatkan di bagian atas halaman untuk mengarahkan pengguna pada tujuan dari formulir ini.



Gambar 19 User Interface (UI) Homepage



Gambar 20 User Interface (UI) Form Input

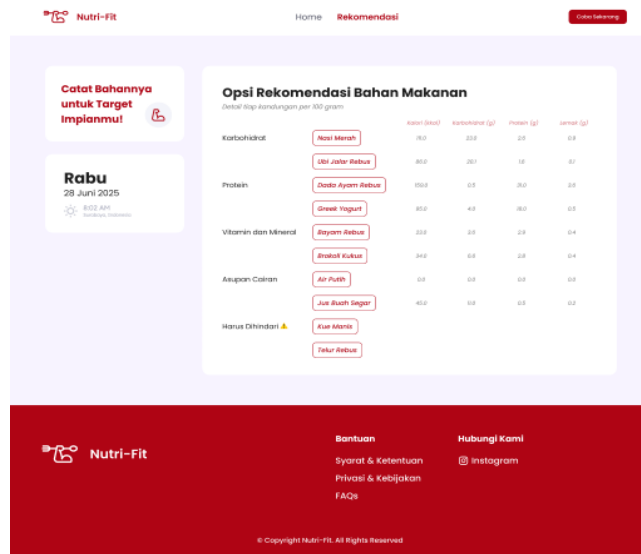
Bagian utama halaman menampilkan formulir "Profil Pengguna" dengan komponen input yang tersedia adalah sebagai berikut.

- 1) Umur: Kolom numerik dengan satuan "tahun" (contoh: 20)
- 2) Tinggi Badan: Kolom numerik dalam "cm" (contoh: 170)
- 3) Berat Badan: Kolom numerik dalam "kg" (contoh: 65)
- 4) Jenis Kelamin: Menu *dropdown*, dengan opsi "Laki-Laki" dan "Perempuan"
- 5) Alergi: Menu *dropdown* untuk memilih jenis alergi ("Alergi Telur", "Alergi Dairy Product", "Alergi Seafood", "Alergi Kacang")
- 6) Target Gym: Menu *dropdown* untuk tujuan gym pengguna ("Bulking", "Cutting", "Maintain")

Setelah seluruh data terisi, pengguna dapat menekan tombol "Munculkan Rekomendasi" yang akan memproses data dan menghasilkan saran menu makanan yang sesuai dengan profil mereka. Desain ini memastikan bahwa seluruh informasi yang dibutuhkan dapat dikumpulkan secara lengkap dan sistematis sebelum sistem menghasilkan rekomendasi yang dipersonalisasi.

4.4 Desain UI Form Output

Antarmuka pengguna untuk *form output* yang ditampilkan pada Gambar 21 dirancang untuk menyajikan hasil rekomendasi menu makanan harian kepada pengguna dalam format yang mudah dipahami. Tampilan ini menampilkan rekomendasi bahan makanan yang disesuaikan dengan profil dan tujuan pengguna yang telah di-*input* sebelumnya, sekaligus memberikan detail nutrisi yang relevan.



Gambar 21. UI Form Output

Bagian inti dari halaman ini adalah panel "Opsi Rekomendasi Bahan Makanan", yang menyediakan detail kandungan nutrisi per 100 gram dari setiap bahan makanan yang direkomendasikan. Rekomendasi dibagi ke dalam makronutrien inti, yaitu karbohidrat, protein, vitamin dan mineral, asupan cairan, dan bahan yang harus dihindari. Masing-masing class tersebut diberikan nama bahan makanan dengan detail nutrisi per 100 gram-nya. Bagian "Harus Dihindari" mencantumkan bahan makanan yang tidak direkomendasikan berdasarkan preferensi atau alergi yang diinput pengguna, seperti Kue Manis dan Telur Rebus. Desain ini memastikan bahwa pengguna tidak hanya menerima rekomendasi positif tetapi juga informasi penting tentang batasan diet mereka.

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Nutri-Fit berhasil dikembangkan sebagai sistem pakar berbasis ontologi (OWL) yang dipadukan dengan aturan SWRL untuk merekomendasikan menu harian bagi penggiat *fitness* dengan mempertimbangkan target (*Bulking, Cutting, Maintain*) dan batasan alergi. Desain ontologi mencakup kelas utama (Pengguna, BahanMakanan, Target, Alergi), subkelas bahan makanan (SumberProtein, SumberKarbohidrat), properti data nutrisi per 100g, serta relasi *object property* yang diperlukan untuk penalaran.

Implementasi aturan SWRL yang modular (kelompok pengecualian, rekomendasi makronutrien inti, rekomendasi tambahan) memungkinkan sistem melakukan filter keamanan (pengecualian alergen) sekaligus memilih bahan yang sesuai ambang nutrisi untuk setiap target diet. Aturan-aturan tersebut dapat diuji dan diperbaiki secara iteratif.

Evaluasi fungsional pada 6 profil pengguna contoh menunjukkan bahwa *reasoner* (Pellet) bersama aturan SWRL mampu menyingkirkan bahan yang mengandung alergen sesuai profil pengguna; semua profil uji menghasilkan pengecualian alergi yang benar sehingga *Allergy Exclusion Success Rate* = 100% pada pengujian ini. Pengujian juga memperlihatkan keluaran rekomendasi yang konsisten dengan kriteria target (rekomendasi protein padat kalori untuk *Bulking*, sumber protein rendah lemak untuk *Cutting*). Hasil ini mendemonstrasikan *feasibility* pendekatan ontologi + SWRL untuk masalah rekomendasi makanan pada domain *fitness*.

Studi ini menegaskan bahwa fokus penelitian adalah pembangunan dan validasi model pengetahuan (ontologi + aturan) sebagai bukti konsep. Penelitian ini belum melakukan evaluasi kuantitatif skala besar terhadap kualitas rekomendasi (mis. *precision, user satisfaction*) sehingga klaim terkait performa global perlu diuji pada dataset pengguna nyata dan studi pengguna lebih besar.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian, direkomendasikan langkah-langkah pengembangan lanjutan sebagai berikut:

- a. Perluasan basis data bahan makanan: Per kaya *knowledge base* dengan lebih banyak bahan, resep, dan variasi lokal (30–100+ items) disertai sumber data nutrisi resmi (mis. tabel komposisi pangan nasional atau USDA) agar *coverage* rekomendasi lebih luas.
- b. Validasi pakar yang lebih luas: Libatkan beberapa pakar gizi/kebugaran untuk menilai relevansi rekomendasi dan memperkaya aturan; validasi multi-pakar meningkatkan reliabilitas *knowledge engineering*.
- c. Personalisasi preferensi & kondisi kesehatan: Tambahkan atribut preferensi diet (vegetarian/vegan), intoleransi non-alergi, dan kondisi medis (mis. hipertensi, diabetes) sehingga rekomendasi lebih aman dan relevan. Integrasi ini membutuhkan penyesuaian aturan dan penambahan kelas/axioms di ontologi.
- d. Pertimbangan aspek praktis rekomendasi: Tambahkan variabel ketersediaan bahan, waktu makan (pagi/siang/malam), dan kesiapan (waktu memasak) agar rekomendasi lebih aplikatif di dunia nyata.
- e. Perbaikan antarmuka & uji kegunaan (*usability*): Lakukan pengujian *usability* untuk UI input/output, ringkas output rekomendasi menjadi menu harian yang mudah diikuti (mis. porsi dan resep sederhana).

6. Daftar Rujukan

- [1] R. Hoseini dan N. F. Hoseini, "Investigating Nutritional Literacy of Male Student Athletes of Mashhad Universities," *Health Literacy Research Journal*, vol. 3, no. 4, hlm. 232-240, 2019.
- [2] N. M. Spronk et al., "Assessment of Sport Nutrition Knowledge, Dietary Practices, and Sources of Nutrition Information in NCAA Division III Collegiate Athletes," *Nutrients*, vol. 13, no. 9, p. 2962, Agu. 2021.
- [3] BeYou, "33% of People Struggle with Healthy Eating Due to Time Constraints: Proven Behavioral Solutions," LinkedIn, June 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/33-people-struggle-healthy-eating-due-time-constraints-proven-inevc/>. [Accessed: Oct. 22, 2025].
- [4] J. K. Larson, N. I. Larson, dan M. E. Eisenberg, "Balancing Healthy Meals and Busy Lives: Associations between Work, School, and Family Responsibilities and Perceived Time Constraints among Young Adults," *Journal of Nutrition Education and Behavior*, vol. 45, no. 1, hlm. 3-11, Jan. 2013.
- [5] International Food Information Council, 2024 IFIC Spotlight Survey: Americans' Trust in Food & Nutrition Science, Oct. 2024. [Online]. Available: <https://ific.org/wp-content/uploads/2024/10/IFIC-Spotlight-Survey-Trust-in-Food-Nutrition-Science.pdf>. [Accessed: Oct. 22, 2025].
- [6] M. L. Scalvedi, L. Gennaro, A. Saba, dan L. Rossi, "Relationship Between Nutrition Knowledge and Dietary Intake: An Assessment Among a Sample of Italian Adults," *Frontiers in Nutrition*, vol. 8, p. 714493, Sep. 2021.
- [7] [23] Kitchendary, "Why Is Meal Planning So Hard? The Real Challenges Behind Weekly Menu Planning," *Weekly Meals Planner*, Updated Sept. 2025. [Online]. Available: <https://weeklymealsplanner.app/guides/why-meal-planning-hard>. [Accessed: Oct. 22, 2025].
- [8] A. Pranolo, S. M. Widyastuti, dan Azhari, "DESAIN PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR UNTUK IDENTIFIKASI GANGGUAN TANAMAN HUTAN DENGAN FORWARD CHAINING DAN CERTAINTY FACTOR," dalam *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*, 2013, hlm. 567-571.
- [9] R. A. Vinarti, "Stroke Expert System for Personalized Risk Prediction and Adviser: A Preliminary Study of Stroke Risk Factors," *Jurnal SISFO*, vol. 9, no. 3, hlm. 11-20, 2020.
- [10] T. Lusiani dan A. Qoiriah, "Sistem Pakar untuk Menentukan Menu Makanan Sehat pada Penderita Diabetes Mellitus," *Jurnal S@CIES*, vol. 5, no. 1, hlm. 9-23, Okt. 2014.
- [11] M. Rhakan, N. F. Fano, S. I. R. Adi, Z. H. A. Karimi, dan R. A. Vinarti, "Representasi Pengetahuan Berbasis Ontologi sebagai Panduan Berwisata dengan Aman," *Jurnal SISFO*, vol. 11, no. 2, hlm. 26-35, 2024.
- [12] D. Mckensy-Sambola, M. Á. Rodríguez-García, F. García-Sánchez, dan R. Valencia-García, "Ontology-Based Nutritional Recommender System," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 1, p. 143, Des. 2021.
- [13] Lyzr.AI, "Understanding Ontologies: Structure and Benefits," *Lyzr Glossaries*, Sept. 2025. [Online]. Available: <https://www.lyzr.ai/glossaries/ontologies/>. [Accessed: Oct. 22, 2025].
- [14] O. Corcho and A. Gómez-Pérez, "Evaluating Knowledge Representation and Reasoning Capabilities of Ontology Specification Languages," in *Proceedings of the ECAI'00 Workshop on Applications of Ontologies and Problem Solving Methods*, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain, 2000. [Online]. Available: <https://oa.upm.es/5665/1/Workshop03.ECAI00.pdf>. [Accessed: Oct. 22, 2025].
- [15] C. Garon, "Creating a New Ontology: The Benefits of a Modular Approach," *Christophe Garon Research Articles*, 2024. [Online]. Available: <https://christophegaron.com/articles/research/creating-a-new-ontology-the-benefits-of-a-modular-approach/>. [Accessed: Oct. 22, 2025].
- [16] S. Lee et al., "Ontologies Enable Semantic Integration Across Diverse Healthcare Datasets," *Frontiers in Digital Health*, vol. 5, no. 1668385, 2025. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/journals/digital-health/articles/10.3389/fdgh.2025.1668385/pdf>. [Accessed: Oct. 22, 2025].
- [17] G. Manogaran, V. Subramaniaswamy, R. Logesh, V. Vijayakumar, N. Chilamkurti, D. Malathi, dan N. Senthilselvan, "An ontology-driven personalized food recommendation in IoT-based healthcare system," *J Supercomput*, vol. 75, hlm. 3184–3216, 2019.
- [18] I. A. Fadillah dan Z. K. A. Baizal, "Ontology-based Food Menu Recommender System for Pregnant Women Using SWRL Rules," *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 8, no. 3, hlm. 1577-1588, Jul. 2024.
- [19] W. S. F. Muhammad, Z. K. A. Baizal, dan R. Dharayani, "Ontology-Based Recommender System for Personalized Physical Exercise in Obesity Management," *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 8, no. 3, hlm. 1699-1708, Jul. 2023.
- [20] D. A. Wulandari dan Z. K. A. Baizal, "Ontology-Based Food Recommender System for Nutrition in School-Age," *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 7, no. 4, hlm. 2425-2433, Okt. 2023.
- [21] R. F. Prasetyo dan Z. K. A. Baizal, "Ontology-Based Healthy Food Recommendation for the Elderly," dalam *2024 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)*, 2024, hlm. 76-81.
- [22] N. N. Adila dan Z. K. A. Baizal, "Ontology-Based Food Menu Recommender System for Patients with Coronary Heart Disease," *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 8, no. 4, hlm. 2363-2371, Okt. 2023.
- [23] Melina, E. K. Putra, V. A. Kusumaningtyas, dan W. Witanti, "PERANCANGAN SISTEM PAKAR BERBASIS DATABASE UNTUK KONSULTASI PENYAKIT DENGAN METODE KNOWLEDGE REPRESENTATION," dalam *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*, 2018, hlm. 230-236.