

# Rekomendasi Menu Makanan Bergizi dengan *Decision Support System* Menggunakan Algoritma Genetika

Dw Ayu Agung Indra Swari<sup>1</sup>, Nafa Yanda<sup>2</sup>, Detty Purnamasari<sup>3</sup> dan Mohamad Noor Fauzi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Informatika dan Komputer, Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali

Jl. Raya Puputan No.86, Dangin Puri Klod, Kec. Denpasar Timur., Kota Denpasar, Bali 80234

<sup>2</sup>Magister Manajemen Sistem Informasi, Universitas Gunadarma

<sup>3</sup>Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma

<sup>4</sup>Teknologi Informatika, Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok, Jawa Barat 16424

E-mail: indraswari@stikom-bali.ac.id, {nafayanda,detty}@staff.gunadarma.ac.id, mfaauzii@gmail.com

## Abstrak

Menjaga berat badan normal dapat dilakukan dengan menjaga pola makan dan mengonsumsi makanan yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan gizi. Kebutuhan gizi dapat dihitungkan menggunakan persamaan Harris Benedict dan dilanjutkan dengan menentukan kebutuhan kalori berdasarkan jenis aktivitas fisik sehingga menghasilkan *Total Energy Expenditure* (TEE). Rekomendasi menu makanan bergizi diperoleh menggunakan algoritma genetika. Langkah yang dilakukan yaitu menentukan parameter algoritma genetika, melakukan kombinasi kromosom secara random, mengidentifikasi populasi awal, mengevaluasi untuk menentukan fungsi objektif, seleksi menggunakan metode *rank selection*, *crossover* menggunakan *single point crossover* dan *proses mutation*, terakhir melakukan *regeneration* pada populasi awal terhadap populasi mutant sampai memenuhi kondisi berhenti. Hasil yang diperoleh yaitu rekomendasi menu makanan bergizi dalam 7 hari yang terdiri dari 3 waktu makan yaitu makan pagi, siang dan malam. Berdasarkan pengujian yang dilakukan sistem sudah berhasil dijalankan dan pengujian validitas diperoleh hasil 97% untuk data yang sesuai dengan kebutuhan kalori dan 3% tidak sesuai dengan kalori yang dibutuhkan karena memiliki perbedaan kalori yang jauh berbeda.

**Kata kunci** : Algoritma Genetika, Makanan Bergizi, *Decision Support System*, *Harris Benedict*, *Total Energy Expenditure*

## Pendahuluan

Makanan merupakan salah satu hal terpenting yang dapat mempengaruhi keadaan gizi. Gizi yang optimal sangat penting untuk pertumbuhan normal serta perkembangan fisik bagi seluruh kelompok umur. Gizi baik membuat berat badan normal atau sehat, tubuh tidak mudah terkena penyakit infeksi, produktivitas kerja meningkat serta terlindung dari penyakit kronis dan kematian dini [1].

Berdasarkan Riskesdas 2018, prevalensi remaja di Indonesia memiliki berbagai persentase dengan rentang usia 13-15 tahun, 16-18 tahun dan 18 tahun keatas dengan kategori sangat kurus, kurus, normal, gemuk dan obesitas seperti pada Tabel 1.

Makanan bergizi terdapat pada komposisi protein, lemak, dan karbohidrat yang ideal. Tubuh tetap sehat dan terhindar dari berbagai penyakit kronis atau penyakit tidak menular terkait gizi, maka pola makan masyarakat perlu ditingkatkan ke arah konsumsi gizi seimbang dengan menu

makanan bergizi. Keadaan gizi yang baik dapat meningkatkan kesehatan individu dan masyarakat di Indonesia [2].

Tabel 1: Prevalensi Status Gizi

Umur	Sangat Kurus	Kurus	Normal	Gemuk	Obesitas
13-15	1,9%	6,8%	75,3%	11,2%	4,8%
16-18	1,4%	6,7%	78,3%	9,5%	4,8%
>18	-	9,3%	55,3%	13,6%	21,8%

Salah satu cara untuk mendapatkan makanan bergizi, menurut Tran, Atas, Felfernig, dan Stettinger tahun 2017 dibutuhkan rekomendasi makanan bergizi. Proses rekomendasi makanan bergizi dapat dilakukan dengan menggunakan data [3]. Data mempunyai informasi seperti makanan pokok, lauk pauk, sayuran dan buah-buahan. Komposisi data gizi menggunakan Database Kelompok Kerja Daftar Komposisi Pangan Indonesia (DKPI)

tahun 2017. Informasi yang ada pada data dapat dijadikan fitur dalam rekomendasi menu makanan bergizi bagi masyarakat di Indonesia.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan rekomendasi makanan bergizi adalah Algoritma Genetika. Algoritma Genetika menggabungkan kromosom secara acak dari berbagai pilihan solusi terbaik di dalam suatu kumpulan untuk mendapatkan generasi terbaik. Iterasi pada generasi maka algoritma akan menghasilkan populasi baru [4]. Algoritma genetika mencerminkan proses evolusi alamiah, yaitu individu terkuat yang akan diseleksi untuk mereproduksi keturunan untuk generasi selanjutnya. Algoritma genetika pertama kali diusulkan oleh John Holland pada tahun 1970 dan dikembangkan bersama murid beserta rekan kerjanya lalu di terbitkan pada tahun 1975 dengan judul buku *Adaption in Natural and Artificial System* [5].

Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan langkah untuk menentukan makanan, mendapatkan *Total Energy Expenditure* dengan menggunakan *Decision Support System* dan pembuatan aplikasi “Menuku” berbasis android. Masalah yang dihadapi pada penelitian ini adalah belum adanya aplikasi untuk menentukan makanan, mendapatkan *Total Energy Expenditure* dengan menggunakan *Decision Support System*. *Total Energi Expenditure* (penggunaan energi) merupakan penjumlahan dari hasil perkalian lamanya tiap kegiatan dilakukan (dalam menit) dengan energi yang dibutuhkan dalam setiap kegiatan tersebut [6].

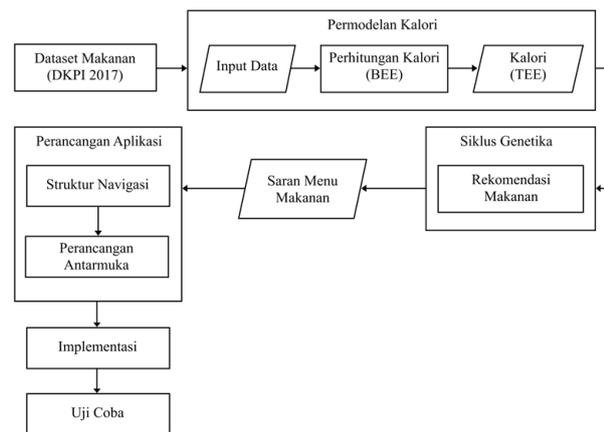
Dengan masalah yang disebutkan diatas, pada penelitian ini peneliti merekomendasikan menu makanan bergizi dari pagi sampai malam hari menggunakan metode Algoritma Genetika. Penelitian menggunakan persamaan *Harris Benedict* dalam menentukan kebutuhan energi dengan hasil *Basal Energy Expenditure* (BEE). Setelah itu menentukan aktivitas fisik yang dilakukan oleh tubuh dalam satu hari sehingga menghasilkan *Total Energy Expenditure* (TEE). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi menu makanan bergizi sesuai kebutuhan kalori bagi masing-masing tubuh.

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi referensi pada jurnal ini diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Durai Vasanth R, Gokul P, Balamurugan T dan Nivedha S pada tahun 2019 dengan judul *Nutrition Recommendation System Using Genetic Algorithm* menghasilkan Menerapkan tahapan *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) menggunakan metode Algoritma Genetika dengan *dataset world repository* dan menghasilkan rekomendasi makanan sesuai kalori responden [7]. Adriyendi & Melia Yeni juga melakukan penelitian sejenis berjudul *Optimization using Genetic Algorithm in Food Composition* menghasilkan model matematika dengan dasar *Guidelines to Balanced Nutrition* (GBN) dan menghasilkan rekomendasi makanan 4 sehat 5 sempurna [8]. Penelitian yang dilakukan

oleh Ejiomor & Ochei Charles tahun 2017 ini mengoptimalkan diabetes menggunakan Algoritma Genetika dengan parameter kolesterol, *high density lipoprotein*, umur, tinggi badan, dan berat badan. Dataset yang digunakan diperoleh dari Biostat dengan 15 sampel acak. Hasil dari penelitian ini ialah *dataset* yang dioptimalkan menghasilkan persentase 41% [9].

## Metode Penelitian

Metode penelitian pada penelitian ini dilakukan tahapan dengan model *Decision Support System* (Sistem Pendukung Keputusan) untuk memberikan rekomendasi menu makanan bergizi kepada masyarakat di Indonesia menggunakan metode Algoritma Genetika. Menurut Moore and Chang dalam Zeni Muhamad Noer & Kusriani, 2018, Sistem Penunjang Keputusan dapat digambarkan sebagai sistem yang berkemampuan mendukung analisis ad hoc data, dan pemodelan keputusan, berorientasi keputusan, orientasi perencanaan masa depan, dan digunakan pada saat-saat tidak biasa [10] digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Metode Penelitian

Metode Tahap pertama yang dilakukan adalah mendapatkan *dataset* dari situs Panganku. Tahapan selanjutnya adalah melakukan pemodelan kalori terhadap kebutuhan energi. Pemodelan kalori sendiri terdiri dari tiga langkah yaitu menginput data dengan variabel yang dibutuhkan seperti, jenis kelamin, umur, berat badan, tinggi badan, dan jenis aktivitas fisik. Setelah itu dilakukan proses perhitungan kalori menggunakan persamaan Harris Benedict, dan kalori di kalkulasi berdasarkan jenis aktivitas fisik sehingga menghasilkan *Total Energy Expenditure* (TEE) yang merupakan perkiraan total kalori yang harus dikonsumsi dalam 1 hari. Tahapan selanjutnya adalah merancang siklus genetika berdasarkan *Total Energy Expenditure* (TEE) yang sudah di dapat untuk menjadi acuan dalam menentukan rekomendasi menu makanan bergizi menggunakan metode Algoritma

Genetika. Proses dalam memberikan rekomendasi menu makanan dimulai dengan merepresentasikan kromosom yang akan digunakan, menginisialisasi individu awal, melakukan evaluasi kromosom, setelah itu hasil evaluasi dilakukan seleksi untuk mendapatkan populasi baru, lalu populasi baru akan dilakukan *crossover* dan mutasi. Saran menu makanan diperoleh dari kondisi akhir siklus algoritma genetika. Kromosom terbaik yang akan menjadi rekomendasi menu makanan bergizi dalam 7 hari.

## Dataset Makanan

Pada penelitian ini, dataset didapat dari *website* [www.panganku.org](http://www.panganku.org) berjumlah 1146 *record*. Penelitian ini hanya mengambil data sebanyak 500 *record* dengan Tipe Olahan (*Processed*) terkecuali Kelompok Buah dengan Tipe Mentah (*Raw*). Tipe Olahan (*Processed*) pada dataset menghasilkan menu makanan terhindar dari Tipe Mentah (*Raw*) sebagai contoh, Ayam, daging, segar pada kelompok daging. *Dataset* terdiri dari fitur seperti Kode Pangan, Nama Pangan, Kelompok dan Tipe. Sebagai contoh, fitur lengkap pada dataset berdasarkan Kelompok dengan masing-masing 1 Nama Pangan random dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Fitur pada Dataset

Umur	Sangat Kurus	Kurus	Normal	Gemuk	Obesitas
13-15	1,9%	6,8%	75,3%	11,2%	4,8%
16-18	1,4%	6,7%	78,3%	9,5%	4,8%
>18	-	9,3%	55,3%	13,6%	21,8%

Data akan disimpan dalam Microsoft Excel dengan format .csv agar bisa di import kedalam program Python. Penelitian ini hanya menampilkan fitur seperti Nama Pangan, Kelompok (kecuali, Minyak atau Lemak dan Bumbu), Tipe (Olahan terkecuali Buah dengan Tipe Mentah) dan Komposisi Gizi (Energi, Protein, Lemak, dan Karbohidrat). Dataset dibagi menjadi 5 bagian yaitu Makanan Pokok, Lauk-Pauk, Sayur Mayur, Buah-buahan, dan Makanan Ringan.

## Pemodelan Kalori

Pemodelan Kalori adalah tahapan analisis gizi untuk menentukan kalori terhadap variabel input data. Pada penelitian ini tahapan pemodelan kalori yang harus dilakukan yaitu mengolah variabel input data menggunakan persamaan Harris Benedict. Setelah itu, dikalkulasi dengan jenis aktivitas fisik sehingga menghasilkan *Total Energy Expenditure* (TEE). Tahap awal pemodelan kalori dilakukan dengan variabel input data.

Penelitian ini menggunakan variabel input data yang terdiri dari jenis kelamin, umur, berat badan,

tinggi badan dan jenis aktivitas. Tabel 3 menunjukkan variabel input dan tipe data. Sedangkan Tabel 4 menunjukkan contoh isi dari input data.

Tabel 3: Input Data

Nama Variabel	Tipe Data
Jenis Kelamin	String
Umur	Int
Berat Badan	Int
Tinggi Badan	Int
Jenis Aktivitas	String

Tabel 4: Contoh Input Data

Jenis Kelamin	Umur	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)	Jenis Aktivitas
Laki-laki	22	60	170	Ringan

Perhitungan kalori menggunakan persamaan Harris Benedict untuk mendapatkan *Basal Energy Expenditure* (BEE). BEE untuk jenis kelamin laki-laki menggunakan Persamaan 1, sedangkan untuk jenis kelamin perempuan menggunakan Persamaan.2

$$BEE(L) = 66 + (13,7 * BB) + (5 * TB) - (6,8 * U) \quad (1)$$

$$BEE(P) = 665 + (9,6 * BB) + (1,8 * TB) - (4,7 * U) \quad (2)$$

Keterangan:

BEE(L) = *Basal Energy Expenditure* (Laki-Laki)

BEE(P) = *Basal Energy Expenditure* (Perempuan)

BB = Berat Badan

TB = Tinggi Badan

U = Umur

*Total Energy Expenditure* (TEE) didapat dari kalori yang dibutuhkan (BEE) dan pengeluaran kalori dari aktivitas fisik. Tabel 5 akan menampilkan jenis aktivitas fisik.

Tabel 5: Jenis Aktivitas Fisik

No	Aktivitas	Laki-laki	Perempuan	Keterangan
1	Sangat Ringan	1,3	1,3	100% Waktu untuk duduk atau berdiri
2	Ringan	1,56	1,55	75% Waktu untuk duduk atau berdiri dan 25% Waktu Untuk berdiri atau bergerak
3	Sedang	1,76	1,7	60% Waktu untuk duduk atau berdiri dan 40% Waktu untuk aktivitas tertentu
4	Berat	2.1	2	40% Waktu untuk duduk atau berdiri dan 60% Waktu untuk aktivitas tertentu

Kebutuhan energi (TEE) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$TEE = BEE * AF \quad (3)$$

Keterangan:

TEE = Total Energy Expenditure

AF = Aktivitas Fisik

Hasil akhir dari pemodelan kalori menghasilkan kebutuhan energi (TEE) dan dilakukan perhitungan kebutuhan zat gizi karbohidrat, protein dan lemak menggunakan Persamaan 4, Persamaan 5 dan Persamaan 6.

$$Karbohidrat = (65 \quad (4)$$

$$Protein = (15 \quad (5)$$

$$Lemak = (20 \quad (6)$$

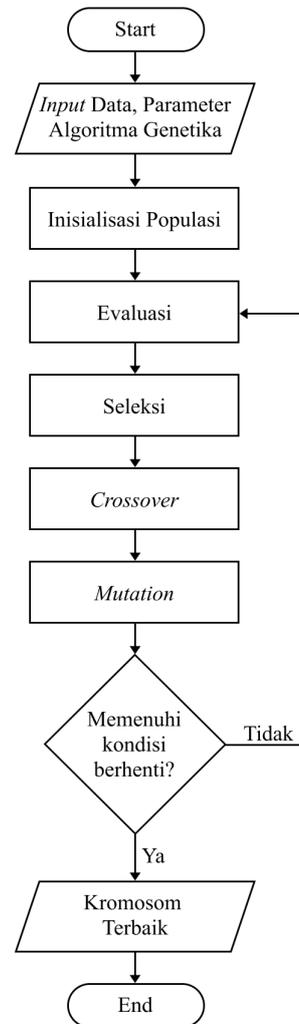
Hasil pembagian kalori dikonversi dari satuan kkal ke gram. 1 gram karbohidrat mengandung 4 kalori, 1 gram protein mengandung 4 kalori dan 1 gram lemak mengandung 9 kalori.

## Siklus Genetika

Pada penelitian ini merekomendasikan menu makanan bergizi dalam 7 hari dan setiap harinya terdiri dari tiga kali makan dengan menggunakan metode Algoritma Genetika. Proses perancangan dimulai dari menginput data kebutuhan gizi dan parameter algoritma genetika, dilanjutkan dengan proses inialisasi populasi, evaluasi, seleksi menggunakan Rank Selection, crossover menggunakan Single Point Crossover, mutation, hingga mendapatkan kromosom terbaik. Alur dari metode Algoritma Genetika dapat dilihat pada Gambar 2.

Representasi kromosom yang digunakan adalah representasi bilangan integer. Setiap angka yang ada di dalam kromosom dapat merepresentasikan indeks yang terdapat dalam data daftar komposisi makanan DKPI. Kromosom Kromosom tersebut berisikan indeks menu makanan bergizi yang direkomendasikan dalam 7 hari. Kromosom 1 hari sebanyak 14 gen, maka kromosom dalam 7 hari sebanyak 98 gen.

Pada tahapan parameter algoritma genetika terdapat beberapa parameter algoritma genetika yaitu ukuran populasi, generasi, peluang *crossover* (PC) dan peluang mutasi (PM). Parameter algoritma genetika dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 2: Alur Algoritma Genetika

Tabel 6: Parameter Algoritma Genetikasisik

Parameter	Nilai Optimal
Ukuran Populasi	8
Generasi	500
Probabilitas Crossover	4
Probabilitas Mutation	0.4

Inialisasi populasi sesuai dengan parameter awal yang sudah ditentukan, yaitu membangkitkan 8 individu berdasarkan ukuran populasi yang mana setiap kromosom memiliki nilai random/ acak sebanyak 14 dari menu makanan yang memiliki zat gizi karbohidrat, protein dan lemak.

Proses evaluasi dilakukan dengan menentukan fungsi objektif. Fungsi objektif berguna untuk mencari solusi terbaik dari suatu permasalahan. Permasalahan optimasi dapat diselesaikan menggunakan fungsi penalti untuk memenuhi syarat-syarat yang sudah ditentukan. Fungsi objektif dapat ditentukan pada persamaan 7.

$$f(obj) = pinaltiKalori + pinaltiKarbohidrat + pinaltiProtein + pinaltiLemak \quad (7)$$

Beberapa catatan mengenai persamaan 7 adalah sebagai berikut:

1. Penalti Kalori Pada bagian pinalti kalori dapat dihitung dengan Pinalti Kalori = [Total kalori – total kebutuhan kalori; jika Total kalori > total kebutuhan kalori atau Total kebutuhan kalori – total kalori; jika Total kalori <= total kebutuhan kalori]
2. Pinalti Karbohidrat Pada bagian pinalti karbohidrat dapat dihitung dengan Pinalti Karbohidrat = [Total karbohidrat – total kebutuhan karbohidrat; jika Total karbohidrat > total kebutuhan karbohidrat atau Total kebutuhan karbohidrat – total karbohidrat; jika Total karbohidrat <= total kebutuhan karbohidrat]
3. Pinalti Protein Pada bagian pinalti protein dapat dihitung dengan Pinalti Protein = 34 [Total protein – total kebutuhan protein; jika Total protein > total kebutuhan protein atau Total kebutuhan protein – total protein; jika Total protein <= total kebutuhan protein]
4. Pinalti Lemak Pada bagian pinalti lemak dapat dihitung dengan Pinalti Lemak = [Total lemak – total kebutuhan lemak; jika Total lemak > total kebutuhan lemak atau Total kebutuhan lemak – total lemak; jika Total lemak <= total kebutuhan lemak] Setelah mendapatkan nilai objektif, selanjutnya nilai fungsi *fitness* dapat ditentukan pada Persamaan 8.

$$Fitness = \frac{1}{1 + f(obj)} \quad (8)$$

Teknik seleksi pada penelitian ini menggunakan teknik *Rank Selection*. Teknik seleksi ini dilakukan dengan cara mengurutkan nilai *fitness* terbesar hingga terkecil dari individu pada populasi. Kemudian individu di *reserve*, maka nilai *fitness* terkecil menjadi paling pertama sedangkan *fitness* terbesar menjadi paling akhir. Pada Tabel 7 adalah hasil dari *Rank Selection* dengan mengambil 2 individu untuk diproses ke tahap selanjutnya, yaitu *Crossover*.

Tabel 7: Dua Individu dari *Rank Selection*

Kromosom	Fungsi <i>Fitness</i>
6	0.000047842
4	0.000050088

Metode yang digunakan untuk *crossover* yaitu *Single Point Crossover*. Pada metode ini, pemilihan induk dapat dilakukan dengan membangkitkan nilai acak pada indeks ke-4. Setelah itu dilakukan penyilangan satu titik dari dua induk untuk mendapatkan *offspring* sehingga mendapatkan hasil seperti pada Tabel 8.

Tabel 8: Sebelum dan Sesudah *Single Point Crossover*

Kromosom Induk	Menu Makan								
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g...	g98
Kromosom 6	15	54	46	2	17	15	9	...	28
Kromosom 4	54	10	10	13	35	44	5	...	8

Kromosom Anak	Menu Makan								
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g...	g98
Kromosom 6	54	10	10	13	17	15	9	...	28
Kromosom 4	15	54	46	2	35	44	5	...	8

Pada tabel diatas dapat dilihat Kromosom Induk ke-6 dan ke-4 akan melakukan *crossover* pada indeks ke-4 yaitu g1, g2, g3 dan g4. Jadi hasil dari *crossover* ialah mendapatkan Kromosom Anak (*offspring*). Proses mutasi dapat dilakukan dengan membangkitkan gen secara acak dengan rentang 0-1, untuk mendapatkan gen yang bermutasi dapat dilihat dari nilai Peluang Mutasi (PM). Jika nilai random yang dibangkitkan < nilai peluang mutasi maka gen tersebut dilakukan mutasi. Nilai peluang mutasi yang sudah didefinisikan di awal yaitu 0,3.

Tabel 9: Sebelum dan Sesudah *Mutation*

Kromosom Anak	Menu Makan								
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g...	g98
Kromosom 6	54	10	10	13	17	15	9	...	28
Kromosom 4	15	54	46	2	35	44	5	...	8

Kromosom Mutan	Menu Makan								
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g...	g98
Kromosom 6	34	10	10	13	17	0	9	...	28
Kromosom 4	15	54	16	2	35	1	5	...	8

Pada tabel 9 diatas dapat dilihat Kromosom Anak ke-6 dengan g1 yaitu 54. Apabila gen bermutasi akan menghasilkan gen baru seperti pada tabel Kromosom Mutant ke-6 dengan g1 yaitu 34. Hasil dari mutasi menjadi populasi baru sampai mendapatkan *fitness* terbaik dengan melakukan *regeneration*. *Regeneration* mempunyai fungsi yaitu menghapus 2 populasi awal ditambahkan Mutant (mutasi baru) menjadi populasi baru

Kondisi berhenti merupakan proses yang menyatakan berhentinya proses dalam Algoritma Genetika. Pada penelitian ini, terdapat dua kon-

disi berhenti, diantaranya:

1. Apabila sudah mencapai nilai batas fungsi fitness yaitu 0.1.
2. Apabila sudah mencapai nilai maksimal generasi yang sudah ditentukan sebanyak 500 generasi.

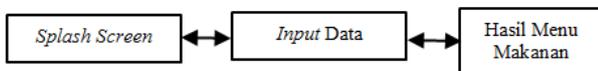
Kromosom terbaik adalah tahapan akhir dari siklus genetika, dimana menghasilkan rekomendasi menu makanan bergizi dalam waktu 7 hari. Berikut ini adalah contoh fitur menu makanan bergizi seperti pada Tabel 10.

Tabel 10: Sebelum dan Sesudah *Mutation*

Waktu Makan	Jenis & NamaMakanan	Total Kebutuhan Zat Gizi
Makan Pagi	MP, LP, SM, BH, MR	Kalori, Karbohidrat, Protein, Lemak
Makan Siang	MP, LP, SM, BH, MR	Kalori, Karbohidrat, Protein, Lemak
Makan Malam	MP, LP, SM, BH	Kalori, Karbohidrat, Protein, Lemak

## Perancangan Aplikasi

Pancangan aplikasi pada penelitian ini dibuat dengan menggunakan struktur navigasi dan perancangan antarmuka. perancangan struktur navigasi digunakan untuk menggambarkan alur dan garis besar isi dari suatu aplikasi yang dibuat. Struktur navigasi yang tepat menghasilkan suatu aplikasi mempunyai suatu pedoman dan arah informasi yang jelas. Pada penelitian ini jenis struktur navigasi yang digunakan adalah linier seperti pada Gambar 3



Gambar 3: Struktur Navigasi

Pancangan *interface* (Antarmuka) merupakan tahapan untuk membuat rancangan tampilan pada aplikasi. Rancangan pada tampilan ini digunakan untuk mempermudah pengguna dari suatu aplikasi dalam menggunakan dan mengaplikasikan fitur-fitur yang ada pada aplikasi. Pada penelitian ini, peneliti membuat beberapa rancangan aplikasi diantaranya adalah rancangan tampilan *splash screen*, input data dan hasil menu makanan bergizi..

## Implementasi dan Uji Coba

Pada bagian ini akan menjelaskan terkait implementasi dan uji coba dari metode yang telah dijabarkan sebelumnya. Penjelasan lebih detail dijabarkan pada sub bagian Implementasi dan sub bagian Uji Coba dibawah ini.

### Implementasi

#### Implementasi Model Decision Support System

Pada tahap implementasi dilakukan pengerjaan untuk membuat aplikasi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Pada tahapan awal dilakukan model *Decision Support System* (Sistem Pendukung Keputusan) dan selanjutnya dilanjutkan dengan implementasi aplikasi. Pada implementasi model Decision Support System memiliki beberapa tahapan yaitu proses *import dataset*, pemodelan kalori, dan siklus genetika.

Pada proses import dataset dilakukan import file dengan format extension .xls yang akan digunakan untuk model *Decision Support System*. Setelah proses import dataset usai dilaksanakan, maka tahap selanjutnya adalah tahap proses pemodelan kalori.

Proses pemodelan kalori terdapat beberapa tahapan yaitu input data, perhitungan kalori (BEE) dan total kalori (TEE). Data yang diinputkan sebagai contoh adalah data berjenis kelamin laki-laki, umur 22 tahun, berat badan 60 kg, tinggi badan 170 cm dan jenis aktivitas ringan. Berdasarkan data yang telah diinputkan, dilakukan perhitungan kalori untuk mendapatkan *Basal Energy Expenditure* (BEE) dengan menggunakan persamaan Harris Benedict dan mendapatkan hasil BEE(L) = 1558,4. Dari hasil *Basal Energy Expenditure* (BEE) ini maka dilakukan perhitungan total kalori untuk mendapatkan *Total Energy Expenditure* (TEE). Hasil dari perhitungan dari TEE didapat sebesar TEE = 2478 dan dari hasil ini dapat dilakukan perhitungan kebutuhan zat gizi seperti karbohidrat, protein dan lemak. Untuk perhitungan zat gizi karbohidrat didapat 402,68, untuk perhitungan protein didapat 92,92 dan perhitungan lemak sebesar 55,07. Tahap selanjutnya adalah Siklus Genetika untuk menentukan menu makanan dengan menyesuaikan kalori yang sudah ditentukan.

Tahapan siklus genetika diawali dengan representasi kromosom yaitu pembuatan kromosom awal dengan jumlah gen sebanyak 98 dan inialisasi awal nilai fitness. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan parameter algoritma genetika dengan nilai optimal. Setelah proses menentukan parameter algoritma genetika, dilanjutkan dengan tahapan inialisasi populasi yaitu membangkitkan populasi awal dengan nilai optimal ialah 8. Tahap selanjutnya adalah evaluasi yaitu dilakukan kalkulasi setiap gen sesuai indeks yang sudah ditentukan sehingga

menghasilkan fungsi pinalti zat gizi. Fungsi pinalti zat gizi dikurang dengan total kebutuhan energi sehingga menghasilkan fungsi objektif. Selanjutnya fungsi objektif di kalkulasi sehingga menghasilkan nilai fitness.

Setelah tahap evaluasi rampung, maka dilanjutkan dengan tahapan seleksi yaitu dilakukan penyaringan terhadap populasi awal untuk mendapatkan populasi baru dan penyaringan diperoleh dari 2 nilai fitness terkecil. Tahapan selanjutnya adalah *Crossover* yaitu dilakukan penylilangan terhadap 2 kromosom dari hasil seleksi sehingga menghasilkan *offspring*. Penylilangan dilakukan dengan nilai optimal 4 indeks. Tahapan selanjutnya adalah tahap Mutation yaitu membangkitkan nilai gen secara

random dari 0-1 dengan nilai optimal mutasi yaitu 0.3. Nilai gen yang bermutasi akan menjadi kromosom baru yaitu kromosom mutant. Kromosom mutant ditambahkan ke populasi awal dengan menghapus 2 populasi sehingga menghasilkan populasi baru. Proses sampai menghasilkan populasi baru disebut regeneration. Tahapan selanjutnya adalah Kondisi Berhenti yaitu dilakukan berhentinya kondisi iterasi dengan nilai optimal fitness 0.1 dan nilai optimal generasi sebanyak 500. Langkah selanjutnya adalah Kromosom Terbaik yaitu pembentukan kromosom terbaik dalam 7 hari beserta total energi menu makanan per harinya. Berikut ini menu makanan bergizi dalam 7 hari dapat dilihat pada Tabel 11 sampai dengan Tabel 17.

Tabel 11: Hasil Kromosom Terbaik Hari Ke-1

Waktu Makan	Jenis Makanan	Nama Makan-an	Indeks	Kalori	Karbo	Protein	Lemak
Makan Pagi	MP	Tapai Ketan Putih	8	172	37.5	3	0.5
	LP	Sop Kambing	46	34	1.1	5.5	0.8
	SM	Wortel kukus	20	37	8.3	1	0.6
	BH	Mangga Gedung	25	44	11.2	1.7	0.6
	MR	Keripik Oncom	45	598	42.6	8.3	43.8
Makan Siang	MP	Ketupat Ketan	4	212	38.6	4.0	4.6
	LP	Soto Kudus	52	38	1.8	2.6	2.3
	SM	Daun Kacang Panjang, kukus	3	40	8	3.7	0.3
	BH	Anggur Hutan	1	30	6.8	0.5	0.2
	MR	Apang Kukus Kue	0	202	46.7	3.0	0.5
Makan Malam	MP	Nasi Gurih	30	190	26	4.7	7.5
	LP	Sop Buntut	43	71	2.2	7.5	3.6
	SM	Daun Mengkudu, kukus	6	63	11.5	3.8	1.5
	BH	Belimbing	3	36	8.8	0.4	0.4
	Total Zat Gizi				1767	251.1	48.7

Tabel 12: Hasil Kromosom Terbaik Hari Ke-2

Waktu Makan	Jenis Makanan	Nama Makan-an	Indeks	Kalori	Karbo	Protein	Lemak
Makan Pagi	MP	Sagu Rendang	52	364	90.5	0.1	0.2
	LP	Sop Daging Sapi	44	49	5.3	5.8	0.5
	SM	Cammetutu	28	102	8.7	3.2	6
	BH	Langsat	20	56	14.3	0.9	0.2
	MR	Apem	1	148	33.9	2	0.5
Makan Siang	MP	Mie Ayam	25	102	10.5	6.2	3.9
	LP	Kalio Otak	39	157	11.4	8.1	8.8
	SM	Daun Mengkudu, kukus	6	63	11.5	3.8	1.5
	BH	Mangga Manalagi	31	133	32.1	1	0.1
	MR	Kacang Merah Segar	33	144	24.7	10	1
Makan Malam	MP	Mie Aceh Rebus	24	113	18.1	3	3.2
	LP	Sop Konro	47	71	4.5	7.4	2.6
	SM	Sayur Umbut Rotan	46	57	3.1	5.4	2.6
	BH	Jambu Air	9	46	11.8	0.6	0.2
	Total Zat Gizi				1605	280.4	57.5

Tabel 13: Hasil Kromosom Terbaik Hari Ke-3

Waktu Makan	Jenis Makanan	Nama Makanan	Indeks	Kalori	Karbo	Protein	Lemak
Makan Pagi	MP	Mi Kering	12	339	6.3	10	1.7
	LP	Coto Makasar Sapi	33	84	1.4	6	6
	SM	Ares, sayur	23	113	11.2	0.9	7.2
	BH	Mangga Benggala	24	63	12.4	2.4	0.4
	MR	Kacang Hijau Rebus	29	109	18.3	8.7	0.5
Makan Siang	MP	Uli Batatas	46	150	27.3	1.1	4
	LP	Sapi Paru Goreng	11	268	14.5	23.9	12.7
	SM	Sayur Ndusuk	43	49	3.6	3.1	2.5
	BH	Nanas	38	40	9.9	0.6	0.3
	MR	Kacang Tanah Rebus	35	360	12.8	13.5	31.2
Makan Malam	MP	Brem	17	249	58	3.4	0.4
	LP	Bulgogi, masakan	30	72	1.4	11.4	4.9
	SM	Kacang Panjang,kukus	10	39	7.6	3	0.6
	BH	Jambu Bol	12	49	9.6	2.3	0.2
Total Zat Gizi				1984	194.3	90.3	72.6

Tabel 14: Hasil Kromosom Terbaik Hari Ke-4

Waktu Makan	Jenis Makanan	Nama Makanan	Indeks	Kalori	Karbo	Protein	Lemak
Makan Pagi	MP	Mie Pangsit Basah	28	105	9.4	5.9	4.9
	LP	Sapi Paru Goreng	11	268	14.5	23.9	12.7
	SM	Daun Singkong, rebus	7	31	4.8	3.7	0.6
	BH	Alpukat	0	85	7.7	0.9	6.5
	MR	Bakwan	9	280	39	8.2	10.2
Makan Siang	MP	Nasi Tim	1	120	26	2.4	0.4
	LP	Sop Buntut	43	71	2.2	7.5	3.6
	SM	Daun Kacang Panjang, rebus.	3	40	8	3.7	0.3
	BH	Jeruk Bali	14	48	12.4	0.6	0.2
	MR	Kue Ku Temu	17	214	49.6	3.5	0.2
Makan Malam	MP	Ongol-ongol sagu	54	111	21.2	0.3	2.7
	LP	Ayam Paha Goreng Kentucky	18	286	1.1	32.1	16.1
	SM	Gado-gado	30	137	21	6.1	3.2
	BH	Jambu Biji Putih Tidak Berbiji	11	61	15.4	0.9	0.3
Total Zat Gizi				1857	232.3	99.7	61.9

Tabel 15: Hasil Kromosom Terbaik Hari Ke-5

Waktu Makan	Jenis Makanan	Nama Makanan	Indeks	Kalori	Karbo	Protein	Lemak
Makan Pagi	MP	Kentang TepungKering	40	347	85.6	0.3	0.1
	LP	Soto Bandung	48	42	2.8	3.9	1.7
	SM	Daun Kelor, rebus	5	61	10	6.1	0.9
	BH	Pisang Kepok	50	109	26.6	0.8	0.5
	MR	Kacang Hijau Rebus	29	109	18.3	8.7	0.5
Makan Siang	MP	Uli Batatas	46	150	27.3	1.1	4
	LP	Chikiniku	32	143	22.8	9.8	1.4
	SM	Taoge, seduh	17	28	4	3	0.8
	BH	Mangga Harumanis	27	46	11.9	0.4	0.2
	MR	Dodol Kedondong	8	331	63.8	1.9	7.6
Makan Malam	MP	Nasi	0	180	39.8	3	0.3
	LP	Sop Daging Sapi	44	49	5.3	5.8	0.5
	SM	Sayur Garu	40	178	10.6	2.6	13.9
	BH	Buah Naga Putih	5	56	10.9	0.8	1
Total Zat Gizi				1829	339.7	48.2	33.4

Tabel 16: Hasil Kromosom Terbaik Hari Ke-6

Waktu Makan	Jenis Makanan	Nama Makanan	Indeks	Kalori	Karbo	Protein	Lemak
Makan Pagi	MP	Nasi Minyak	31	207	37.1	3.5	5
	LP	Sapi Daging Asap	5	182	0	32	6
	SM	Purundawa	36	25	3.6	1.5	0.5
	BH	Nanas	38	40	9.9	0.6	0.3
	MR	Kue Kelapa	15	591	47.5	5.6	42.1
Makan Siang	MP	Mie Ayam	25	102	10.5	6.2	3.9
	LP	Rawon	41	60	4	5.4	2.5
	SM	Kotiu Hinela Tawang	54	46	6	2.2	1.5
	BH	Pisang Hijau	48	121	28.9	1	0.1
	MR	Kue Kelepon	10	215	41.8	3.7	3.7
Makan Malam	MP	Mie Celon	27	102	17.8	3	2.1
	LP	Ayam Dada Goreng MbokBerek	20	295	1	39.2	13.6
	SM	Waluh Balamak	50	45	8.1	0.8	0.9
	BH	Nanas Palembang	37	58	13.3	0.7	0.2
Total Zat Gizi				2089	229.5	105.4	82.4

Tabel 17: Hasil Kromosom Terbaik Hari Ke-7

Waktu Makan	Jenis Makanan	Nama Makanan	Indeks	Kalori	Karbo	Protein	Lemak
Makan Pagi	MP	Nasi Rames	32	155	19.1	10.3	4.2
	LP	Sop Daging Sapi	44	49	5.3	5.8	0.5
	SM	Bayam, kukus	0	30	5.8	1.3	0.7
	BH	Jambu Biji	10	49	12.2	0.9	0.3
	MR	Kacang Tanah Rebus	35	360	12.8	13.5	31.2
Makan Siang	MP	Mie Aceh Rebus	24	113	18.1	3	3.2
	LP	Beef Yakiniku	29	132	20.7	9.8	1.1
	SM	Daun Talas, rebus	8	27	5.9	1.3	0.2
	BH	Jambu Bol	12	49	9.6	2.3	0.2
	MR	Bolu Peca	4	197	35.6	3.3	4.6
Makan Malam	MP	Srikaya Ketan	35	265	49.1	2.7	6.4
	LP	Sop Kaki Sapi	45	68	3.7	9.8	1.9
	SM	Botok Lamtoro	26	186	13	11.7	9.7
	BH	Jeruk Bali	14	48	12.4	0.6	0.2
Total Zat Gizi				1588	218.5	73.4	51.2

### Implementasi Aplikasi

Pada proses pembuatan aplikasi digunakan framework Flask sebagai web service (API) dan Flutter sebagai tampilan dari mobile android. Implementasi aplikasi pada penelitian ini terdapat beberapa halaman yaitu tampilan *Splash Screen*, Input Data dan tampilan Hasil Menu Makanan. Gambar 4 sampai 6 adalah hasil dari implementasi aplikasi pada penelitian ini.



Gambar 4: Tampilan Splash Screen

Gambar 5: Tampilan Input Data



Gambar 6: Tampilan Hasil Menu Makanan

## Uji Coba Skenario Tombol Navigasi

Uji coba skenario pada tombol navigasi yang digunakan untuk menguji seluruh komponen pada tombol navigasi. Skenario uji coba tombol navigasi dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18: Uji Coba Skenario Tombol Navigasi

No	Skenario Pengujian	Kasus Pengujian	Hasil Yang Diharapkan
TN1	Pengguna melihat tampilan splash screen	Pengguna menunggu selama 3 detik	Menampilkan gambar logo
TN2	Pengguna melihat tampilan input data dan tombol proses	Pengguna menginput data sesuai variabel dan tekan proses	Menampilkan hasil input dan navigasi ke tampilan selanjutnya yaitu hasil menu makanan
TN3	Pengguna melihat tampilan hasil menu makanan	Pengguna menekan icon back	Menampilkan tampilan sebelumnya yaitu input data

## Uji Coba Perhitungan Validitas

Uji coba perhitungan validitas pada rekomendasi menu makanan bergizi dalam 7 hari ialah semakin

tinggi nilai validitas yang dihasilkan maka semakin baik kinerja sistem. Persamaan 9 adalah persamaan yang digunakan dalam tahapan perhitungan validitas.

$$AKR = TEE(kkal) - 1000(kkal) \quad (9)$$

AKR menghasilkan total kalori rendah pada menu makanan, sehingga hasil dari AKR menjadi acuan perhitungan validitas apabila total kalori menu makanan perhari kurang dari AKR maka dinyatakan tidak sesuai dengan hasil pengujian.

$$KinerjaSPK = \frac{jumlahhasilpengujianyangsesuai}{jumlahdata} \quad (10)$$

Keterangan:

AKR = Asupan Kalori Rendah

TEE = Total Energy Expenditure

SPK = Sistem Pengambilan Keputusan

## Uji Coba Sistem dan Data

Pada tahapan ini dilakukan uji coba terhadap aplikasi rekomendasi menu makanan bergizi yang telah dibuat. Pada tahap ini juga dilakukan untuk menguji fungsi-fungsi menu yang terdapat di semua tampilan pada aplikasi. Tahap uji coba dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi sudah berjalan baik atau tidak dan apakah masih ada kesalahan sehingga aplikasi tidak berfungsi dengan baik. Pada penelitian ini uji coba dibagi menjadi 2 bagian yaitu uji coba sistem dan uji coba data.

### Uji Coba Sistem

Pada tahapan ini dilakukan pengujian sistem pada aplikasi rekomendasi menu makanan bergizi dengan menggunakan pengujian *black box testing*. Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa dan mengetahui apakah fungsi-fungsi yang terdapat pada aplikasi berjalan sesuai dengan rancangan. Berikut hasil uji coba sistem aplikasi rekomendasi menu makanan bergizi dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19: Uji Coba Sistem

Uji Kasus	Uji Coba	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang diperoleh	Keterangan
Tampilan Splash Screen	Pengguna mengakses aplikasi	Pengguna dapat melihat gambar logo aplikasi selama 3 detik pada awal aplikasi berjalan	Sesuai yang diharapkan	Berhasil
Tampilan Input Data	Pengguna dapat input form data dan mengklik tombol proses	Pengguna berhasil input form data dan mengakses ke tampilan hasil menu makanan	Sesuai yang diharapkan	Berhasil
Tampilan Hasil Menu Makanan	Pengguna melihat tampilan hasil menu makanan	Pengguna dapat melihat hasil menu makanan bergizi dalam 7 hari sesuai kebutuhan total energi.	Sesuai yang diharapkan	Berhasil

Tabel 20: Hasil Uji Coba Data

No	T. Kalori	T. Protein	T. Lemak	T. Karbohidrat
1	2478	92.92	55.07	402.68

Valid	Hasil Percobaan ke 1	Hasil Percobaan ke 2	Hasil Percobaan ke 3	Hasil Percobaan ke 4	Hasil Percobaan ke 5
Fitness	8.0907e-5	8.4802e-5	8.0886e-5	8.3935e-5	8.1465e-5
T.Kal Hari Ke-1	1767	1835	1554	1653	1848
T.Kal Hari Ke-2	1605	1796	1711	1685	1308
T.Kal Hari Ke-3	1984	1519	2021	1754	1969
T.Kal Hari Ke-4	1857	1937	1600	1711	1604
T.Kal Hari Ke-5	1829	1577	1928	1766	1920
T.Kal Hari Ke-6	2089	1953	1705	1907	2236
T.Kal Hari Ke-7	1588	1588	2091	1823	1748

### Uji Coba Data

Pada tahapan ini dilakukan pengujian data pada aplikasi rekomendasi menu makanan bergizi dalam 7 hari untuk mengukur tingkat akurasi dari sistem yang telah dibangun. Pengujian data ini dilakukan 5 kali percobaan dengan 1 sampel data. Pengujian data untuk mengetahui tingkat akurasi terhadap rekomendasi menu makanan bergizi mendekati jum-

lah kalori yang sesuai dengan total kebutuhan energi menggunakan metode Algoritma Genetika. Sampel data yang digunakan adalah berjenis kelamin Laki-Laki, umur 22 tahun berat badan 60 kg, tinggi badan 170 cm dan jenis aktivitas ringan. Berdasarkan pengujian terhadap 1 sampel data didapat hasil total kebutuhan energi dan rekomendasi menu makanan bergizi dalam 7 hari beserta total kalori perhari yang dapat dilihat pada Tabel 20.

Pada Tabel 20 dapat dilihat hasil dari uji coba data yang dilakukan diperoleh 35 jumlah data total kalori dalam 7 hari dari 5 kali percobaan. Selanjutnya untuk mendapatkan tingkat akurasi data digunakan perhitungan validitas. Perhitungan validitas tahapan pertama dengan persamaan seperti dibawah ini.

$$AKR = TEE(kkal) - 1000(kkal) \quad (11)$$

$$AKR = 2478 - 1000 \quad (12)$$

$$KR = 1478(kkal) \quad (13)$$

Berdasarkan perhitungan validitas tahapan pertama, menghasilkan 1478 kalori Asupan Kalori Rendah (AKR). Dari Tabel 20, hasil percobaan ke-5 pada hari ke-2 menunjukkan kalori kurang dari Asupan Kalori Rendah. Maka diatas AKR ialah hasil pengujian yang sesuai. Tahapan selanjutnya pada perhitungan validitas dengan persamaan 14 hingga 16.

$$KinerjaSPK = \text{jumla hhasil pengujian yangsesuai jumlah data} \times 100\% \quad (14)$$

$$KinerjaSPK = 3435 \times 100 \quad (15)$$

$$KinerjaSPK = 97 \quad (16)$$

Berdasarkan uji coba data yang telah dilakukan, metode Algoritma Genetika dapat memberikan hasil 97% rekomendasi menu makanan bergizi dalam 7 hari mendekati jumlah kalori yang sesuai dengan kebutuhan dan 3% tidak sesuai dengan kalori yang dibutuhkan, karena memiliki perbedaan kalori yang cukup jauh berbeda.

### Penutup

Aplikasi rekomendasi menu makanan bergizi dalam 7 hari dengan model *Decision Support System* (Sistem Pendukung Keputusan) menggunakan metode algoritma genetika berhasil dibuat. Langkah untuk menentukan makanan berhasil didapatkan yaitu diawali dengan input data yang dimasukkan oleh user lalu data diproses untuk pemodelan atau perhitungan kalori (BEE, TEE dan perhitungan kebutuhan

zat gizi) setelah semua didapatkan maka langkah selanjutnya adalah proses siklus genetika hingga mendapatkan kromosom terbaik dalam 7 hari beserta total energi menu makanan per harinya. Aplikasi pada menu makanan bergizi ini merupakan aplikasi berbasis mobile android yang dibangun dengan menggunakan framework Flutter dan bahasa pemrograman Python dengan framework Flask sebagai web service (API) untuk proses algoritma genetika. Rekomendasi menu makanan bergizi menggunakan uji coba sistem black box testing dan uji coba data untuk mendapatkan hasil uji coba. Saat aplikasi dijalankan, pengguna dapat melihat tampilan awal splash screen, melakukan input data dengan variabel yang tersedia dan pengguna dapat melihat hasil dari proses input data yang menghasilkan total kebutuhan energi dan menu makanan bergizi dalam 7 hari.

Uji coba data dengan melakukan pengujian terhadap 1 sampel data dan 5 kali percobaan. Berdasarkan pengujian terhadap uji coba data tersebut, didapat hasil pengujian menggunakan perhitungan validitas yaitu sebesar 97% untuk data yang sesuai dengan kebutuhan kalori dan 3% tidak sesuai dengan kalori yang dibutuhkan,

karena memiliki perbedaan kalori yang cukup jauh berbeda.

## Daftar Pustaka

- [1] Fery Firmansyah, “Panduan Gizi Seimbang Pada Masa Pandemi COVID19”, diakses daring pada <https://kesmas.kemkes.go.id/konten/105/0/061312-panduan-gizi-seimbang-pada-masa-pandemi-covid19> , 2022).
- [2] Anonim, “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014 Tentang Pedoman Gizi Seimbang”, Kementerian Kesehatan RI, Indonesia, 2014.
- [3] T. N. Trang Tran, M. Atas, A. Felfernig and M. Stettinger, “An Overview Of Recommender Systems In The Healthy Food Domain”, *J. Intell. Inf. Syst.*, Vol. 50, No. 3, Pp. 501–526, Doi: 10.1007/S10844-017-0469-0, Jun. 2018 .
- [4] L. Haldurai, T. Madhubala and R. Rajalakshmi, “A Study On Genetic Algorithm And Its Applications”, *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, Vol. 4, No. 10, Pp. 139–143, Oct. 2016.
- [5] C. R. Reeves and J. E. Rowe, “Genetic Algorithms: Principles And Perspectives A Guide To Ga Theory”, Springer New York, Ny, 2002.
- [6] Y. Rosmalina, A. Safitri and F. Ernawati, “Asupan Energi Dan Penggunaan Energi (Energy Expenditure) Selama Kehamilan: Studi Longitudinal”, *J. Gizi Indones.*, Vol. 37, No. 2, Pp. 101–108, 2014.
- [7] Durai Vasanth R, Gokul P, Balamurugan T and Nivedha S, “Nutrition Recommendation System Using Genetic Algorithm”, *Int. J. Emerg. Technol. Innov. Eng.*, Vol. 5, No. 3, 2019.
- [8] Adriyendi and Y. Melia, “Optimization Using Genetic Algorithm In Food Composition”, *Int. J. Comput. Digit. Syst.*, Vol. 10, No. 10, Pp. 1019–1029, 2021.
- [9] Ejiofor and O. Charles, “Genetic Algorithm (Ga) Optimization Using Diabetes Experimental Data”, *Int. J. Fuzzy Log. Sys- Tems(Ijfls)*, Vol. 7, No. 3, 2017.
- [10] Z. M. Noer and Kusri, “Aplikasi Decision Support System Komposisi Pakan Untuk Penggemukan Sapi Potong”, *J. Tek. Inform.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 31–40, 2018.