

OPTIMASI KOMPOSISI MAKANAN BAGI PENDERITA OBESITAS PADA ANAK MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Febry Agristya Indaswari¹, Wayan Firdaus Mahmudy²

^{1,2} Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran No. 8, Malang 65145

Email: ¹febri.agristya1602@gmail.com, ²wayanfm@ub.ac.id

Abstrak

Obesitas merupakan kelebihan berat badan akibat penimbunan zat lemak di dalam tubuh. Obesitas tidak hanya dialami oleh orang dewasa tetapi juga dialami oleh anak-anak. Obesitas pada anak beresiko menjadi obesitas lanjutan pada saat dewasa dan menyebabkan timbulnya penyakit. Pengaturan diet anak dapat dilakukan dengan memberikan komposisi makanan yang baik bagi anak. Dalam pelaksanaannya, orang tua terkadang masih sulit untuk mengatur pola makan anak karena kurangnya pengetahuan. Mengatasi kasus tersebut dibutuhkan algoritma genetika. Pada penelitian ini menggunakan 133 nama makanan dengan kandungan gizi (karbohidrat, lemak, dan protein). Dalam proses algoritmanya menggunakan representasi bilangan integer dengan panjang kromosom 15 dimana angka dalam kromosom merepresentasikan nomor makanan, metode *single point crossover*, *reciprocal exchange mutation*, dan seleksi *elitism*. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh parameter optimal sebesar 160 populasi dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0.07744299, 100 generasi dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0.07744299 dan kombinasi $cr = 0.6$ dan $mr = 0.4$ dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0.0782747. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berupa komposisi makanan untuk pagi hari, siang hari, dan malam hari dengan biaya minimum.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Obesitas Anak, Komposisi Makanan

Abstract

Obesity is excess weight due to accumulation of fat substances in the body. Obesity is not experienced by adults but also to the children. Childhood obesity able to risk to becoming obese in adulthood and further cause many diseases. To organize diet for children, it can be done by giving the good composition of food. But in the daily life, parent has a little knowledge to organize it. Overcoming this problem, it can be solved by genetic algorithm approach. In this experiment is used 133 data of food which contain nutrients like carbohydrates, fats, and proteins. In algorithm process is used representate with integer value and has 15 gens length of chromosome which each digit of the chromosome is a number of food. For the reproduction process, it used single point crossover and reciprocal exchanged mutation. For the selection, it used elitism selection. From the test results are to be obtained optimal parameter of 160 populations with average fitness = 0.07744299, 100 generations with average fitness = 0.07744299, and combination of $cr = 0.6$ and $mr = 0.4$ with average fitness = 0.0782747. Final result of this experiments is a combination of food for breakfast, lunch, and dinner with minimum cost.

Keywords: Genetic Algorithm, Childhood Obesity, Food Composition

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pola makan dengan mengonsumsi makanan bergizi merupakan hal penting yang perlu diperhatikan. Sumber daya manusia yang baik dihasilkan dari tubuh yang sehat dengan mengonsumsi makanan yang bergizi. Makanan yang bergizi dikonsumsi untuk mendapatkan asupan gizi yang dibutuhkan dalam melakukan segala aktivitas. Namun, seiring dengan perkembangan industri dan ekonomi, pola makan di dunia mengalami perubahan. Masyarakat saat ini lebih tertarik dengan makanan

yang diolah secara industri dalam bentuk makanan cepat saji maupun makanan kaleng (Almatsier, 2006). Perubahan pola makan yang terjadi tidak hanya mempengaruhi pola makan pada orang dewasa, namun perubahan ini juga terjadi pada anak-anak. Dewasa ini anak-anak cenderung lebih menyukai makanan cepat saji yang mengakibatkan kegemukan atau obesitas (Almatsier, 2004).

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh RISKESDAS (Riset Kesehatan Dasar) Indonesia pada tahun 2010, obesitas pada anak sekolah usia 6-12 tahun mencapai prosentase sebesar 9,2% (Kementerian Kesehatan, 2012). Survei lainnya juga dilakukan WHO pada tahun 2013 dimana obesitas pada anak usia dibawah 19 tahun mencapai

prosentase sebesar 47,1% dibandingkan dengan orang dewasa sebesar 27,5% (WHO, 2015).

Obesitas pada anak beresiko menjadi obesitas lanjutan pada saat dewasa dan menyebabkan timbulnya penyakit. Penyakit yang dapat diderita antara lain kardiovaskuler, meningkatnya gula darah yang menyebabkan diabetes mellitus, hipertensi, jantung, dan penyakit lainnya (WHO, 2015). Selain itu, anak usia 6-7 tahun juga dapat menurunkan tingkat kecerdasan dikarenakan faktor malas akibat kelebihan berat badan. (Sartika, 2011). Oleh karena sebab-sebab diatas dibutuhkan suatu pemecahan masalah berupa pengaturan komposisi makanan yang disusun berdasarkan beberapa kombinasi. Dalam pelaksanaannya, orang tua terkadang masih sulit untuk mengatur pola makan anak karena kurangnya pengetahuan dalam menyajikan makanan yang baik bagi anak. Selain kurangnya pengetahuan, masalah biaya menjadi masalah dalam mengatur pola makanan bergizi bagi anak. Dari permasalahan tersebut dapat dicarikan sebuah solusi dengan cara mengembangkan sistem yang mampu memberikan rekomendasi komposisi makanan bagi anak-anak yang mengalami masalah obesitas.

Pengaturan komposisi makanan dapat disusun berdasarkan beberapa kombinasi. Kombinasi penyusunan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan algoritma pencarian heuristik yang didasarkan pada mekanisme evolusi biologis. Dalam pengaplikasiannya, algoritma genetika secara khusus dapat diterapkan untuk memecahkan masalah optimasi yang kompleks. Oleh karena itu algoritma genetika baik untuk aplikasi yang memerlukan strategi pemecahan masalah (Mahmudy, 2014).

Penggunaan algoritma genetika sebagai optimasi komposisi makanan pernah dibahas pada beberapa penelitian, misalkan penelitian yang dilakukan oleh Wahid dan Mahmudy (2015) yang memberikan optimasi bahan makanan bagi penderita Kolesterol agar memperoleh menu makanan dengan komposisi yang optimal dengan harga minimum. Selain itu, penelitian terkait dengan penentuan komposisi menu makanan dilakukan oleh Uyun dan Hartati (2011) yang menentukan menu makanan menggunakan algoritma genetika bagi penderita penyakit ginjal dan saluran kemih. Penelitian ini menghasilkan kombinasi bahan pangan yang optimal dilihat dari nilai fitness yang terbaik dan memiliki nilai kandungan gizi sesuai dengan penderita ginjal dan saluran kemih.

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, diharapkan permasalahan mengenai komposisi makanan bagi penderita obesitas pada anak dapat dicarikan solusi komposisi makanan dengan biaya minimal menggunakan algoritma genetika.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menerapkan Algoritma Genetika untuk optimasi komposisi

makanan bagi anak-anak yang menderita obesitas?

2. Bagaimana menentukan representasi kromosom untuk optimasi komposisi makanan bagi anak-anak yang menderita obesitas?
3. Bagaimana menentukan parameter Algoritma Genetika yang tepat?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan Algoritma genetika tanpa membandingkan dengan metode lain.
2. Penelitian ini digunakan untuk menentukan komposisi makanan bagi penderita obesitas pada anak dengan harga minimal
3. Data makanan yang digunakan sebanyak 133 data makanan
4. Penelitian ini hanya memilih jenis makanan dengan kandungan berat makanan atau bobot makanan yang telah ditentukan.
5. Target usia adalah 4-9 tahun dan tidak memiliki penyakit bawaan.
6. Kandungan Gizi yang digunakan hanya meliputi karbohidrat, lemak, dan protein.
7. Tidak dilakukan pengecekan kesamaan menu dalam sehari untuk setiap individu.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Membuat sistem yang dapat menerapkan Algoritma Genetika agar dapat membantu merekomendasikan pengaturan komposisi makanan bagi anak-anak yang menderita obesitas dengan biaya yang minimal.
2. Mengetahui cara menentukan representasi kromosom untuk mengoptimasi komposisi makanan bagi anak-anak yang menderita obesitas.

1.5 Manfaat

1. Bagi Ahli Gizi
Dapat membantu merekomendasikan komposisi makanan bagi anak-anak mengalami obesitas dan terdapat perhitungan untuk mengetahui kebutuhan pasien tersebut.
2. Bagi Orang Tua
Dapat membantu orang tua dalam mengatur pola makan anak sehari-hari dengan adanya rekomendasi berupa asupan kalori dan harga dari makanan tersebut.

2. Kajian Pustaka

2.1. Kebutuhan Energi

Menurut WHO (1985) kebutuhan energi pada manusia merupakan kebutuhan yang didapatkan dari konsumsi makanan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan ukuran (Almatsier, 2006). Dalam pemenuhan kebutuhan energi diperlukan

adanya sumber energi seperti karbohidrat, protein, dan lemak yang didapat dari makanan sebagai sarana untuk memperkirakan kebutuhan kalori dalam berbagai aktivitas sehari-hari. Kebutuhan energi ini pada umumnya dibutuhkan untuk menentukan angka metabolisme basal (AMB). Angka Metabolisme Basal (AMB) atau Basal Metabolic Rate (BMR) merupakan kebutuhan energi minimal yang dibutuhkan untuk menjalankan proses tubuh vital berdasarkan jenis kelamin. Sebanyak 2/3 dari energi dikeluarkan seseorang untuk digunakan sebagai kebutuhan aktivitas metabolisme (AMB) (Baskora dkk, 2011).

2.2. Obesitas Pada Anak

Obesitas bisa dialami oleh berbagai jenis usia dan jenis kelamin. Obesitas pada anak dikenal dengan istilah *Juvenil Obesity* (Anggraini, Suciatty 2008). Obesitas pada anak dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain asupan makanan, aktivitas fisik, dan riwayat pemberian ASI eksklusif pada saat balita. Obesitas pada anak beresiko lebih besar sebanyak 1,8 kali menjadi obesitas pada masa dewasa dan berpotensi mengalami penyakit metabolik dan degeneratif dikemudian hari. Anak-anak yang mengalami obesitas akan memiliki resiko hipertensi lebih besar sekitar 20-30%. Untuk menentukan apakah anak termasuk dalam kategori obesitas, dapat diketahui dengan cara pemeriksaan laboratorik antara lain (Hidayati dkk, 2009):

1. Anak-anak dikatakan obesitas ketika BB > 120% BB standart. Hasil tersebut didapatkan dari pengukuran berat badan (BB) yang dibandingkan dengan standart.
2. Pengukuran BB dibanding dengan TB yang dipangkat dua (dalam meter) dan menghasilkan IMT > Z score (+ 2 SD).
3. Pengukuran *skinfold thicknes* (tebal lipatan kulit). Anak dikatakan obesitas ketika tebal lipatan kulit Triceps > persentil ke 85.
4. Pengukuran lemak laboratorik dengan metode DXA yang dianggap sebagai metode paling akurat tetapi tidak praktis untuk dilapangan

2.3. Perhitungan Status Gizi

Cara yang digunakan untuk menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan oleh anak-anak umur 1-9 tahun (sesuai dengan target yang telah ditetapkan) adalah dengan memperhitungkan kebutuhan kalori yang dapat ditambah atau dikurangi bergantung pada jenis kelamin, umur, aktivitas, dan berat badan.

1. Perhitungan pertama yaitu menghitung Indeks Masa Tubuh (IMT) yang digunakan untuk mengetahui apakah anak menderita obesitas atau tidak. Hasil dari perhitungan IMT akan dicocokkan dengan tabel Z Score WHO tahun 2005. Rumus perhitungannya sebagai berikut (Susanto, 2009):

$$IMT = BB \div (TB \times TB) \quad (2-1)$$

Keterangan :

BB = Berat badan (kilogram)

TB = Tinggi badan (meter)

2. Perhitungan selanjutnya merupakan perhitungan dengan menambahkan jenis kelamin, umur, aktivitas fisik, dan berat badan. Dalam buku panduan Krause tentang nutrisi, dijelaskan persamaan yang digunakan untuk menghitung TER (*Total Energy Expenditure*) atau EER (*Estimated Energy Expenditure*) atau taksiran total kalori yang dibutuhkan untuk anak usia 4-9 tahun (Krause, 2012):

Persamaan kecukupan kalori anak usia 4-9 tahun:

$$EER(boys) = 88.5 - (61,9 \times U) + (PA \times ((26,7 \times BB) + (903 \times TB))) + 20 \text{ kkal} \quad (2-4)$$

$$EER(girls) = 135,3 - (30,8 \times U) + (PA \times ((10 \times BB) + (934 \times TB))) + 20 \text{ kkal} \quad (2-5)$$

dengan PA (Physical Activity) yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Table 2. 1Tabel Aktifitas Fisik Anak

	Boys	Girls
Sedentary	1	1
Low Active	1.13	1.16
Active	1.26	1.31
Very Active	1.42	1.56

(Sumber: Krause, 2012)

3. Setelah mengetahui jumlah kalori yang diperlukan, maka dilakukan perhitungan untuk mencari kebutuhan asupan karbohidrat, protein, dan lemak dalam satu hari untuk anak usia 4-9 tahun (Hardinsyah dkk, 2012) :

Umur	Energi Protein (%)	Energi Lemak (%)	Energi Karbohidrat (%)	Total
4-6 tahun	13.1	27	59.8	100
7-9 tahun	13.3	27.2	59.5	100

(Sumber: Hardinsyah dkk, 2012)

2.4. Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan salah satu bagian dari algoritma evolusi dengan bentuk generik dari algoritma optimasi *meta-heuristic* berbasis populasi (Mahmudy, 2014). Algoritma gentika diusulkan pertama kali oleh John Holland dan rekan-rekannya

di Universitas Michigan. Dalam pengaplikasiannya, algoritma genetika dapat diterapkan untuk memecahkan masalah yang kompleks. Oleh karena itu algoritma genetika baik untuk aplikasi yang memerlukan strategi pemecahan masalah (Gen dalam Uyun dan Hartati, 2011).

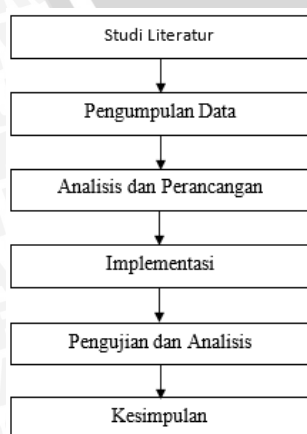
Berdasarkan pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa Algoritma genetika merupakan metode pencarian berdasarkan pada proses seleksi dan proses-proses genetika pada umumnya (Carwoto, 2007). Proses genetika yang ada dalam Algoritma genetika mengadaptasi dari proses evolusi biologi seperti *crossover*, *gen*, *chromosome*, dan mutasi. Hasil dari pemecahan masalah yang dipecahkan oleh Algoritma genetika tidak selalu menghasilkan hasil yang terbaik namun mendekati terbaik (Phetegem dalam Devi dkk, 2010).

2.4.1 Struktur Algoritma Genetika

Teknik pencarian dilakukan sekaligus dari beberapa solusi atas sejumlah solusi yang dikenal dengan istilah populasi. Solusi direpresentasikan dalam bentuk kromosom yang tersusun atas sejumlah gen pada algoritma genetika (Kusumadewi dalam Rianawati, 2013). Individu yang telah dipetakan (*encoding*) menggambarkan variabel keputusan yang digunakan dalam mengambil solusi. Individu yang telah direpresentasikan dimasukkan ke dalam algoritma genetika dan diproses menggunakan proses pada algoritma genetika dan dihasilkan suatu nilai solusi (nilai *fitness*). Nilai solusi ini nantinya akan dikonversi (*decoding*) menjadi sebuah solusi yang mendekati optimum (Mahmudy, 2014).

3. METODOLOGI

Tahapan penelitian atau yang disebut dengan metodologi penelitian menjelaskan mengenai langkah – langkah yang digunakan dalam pembuatan aplikasi optimasi komposisi makanan bagi anak-anak yang menderita obesitas. Gambar 3.1 berikut ini menunjukkan langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian penelitian:



Gambar 3.1. Metodologi Penelitian

3.1 Data Penelitian

1. Data penderita obesitas pada anak di dapatkan dari Puskesmas Mulyorejo Kota Malang bulan Februari 2015 dan hasil survey dari sebaran angket di SDN Gedongan 1 Kota Mojokerto.
2. Data makanan dan kandungan gizi didapatkan dari Tabel Komposisi Makanan Indonesia serta makalah hasil penelitian oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi dan Makanan Departemen Kesehatan RI serta Program Nutrien Survey Gizi Universitas Brawijaya dari penelitian Rianawati tahun 2015.

3.2 Formulasi Permasalahan

Permasalahan yang diangkat melibatkan anak-anak yang mengalami kelebihan berat badan di atas normal atau obesitas. Perhitungan manual mengenai asupan gizi pada anak, dapat dicontohkan dari perhitungan di bawah ini. Misalkan diketahui data anak penderita obesitas:

Berat Badan	= 38 kg
Tinggi Badan	= 120 cm
Umur	= 7 tahun
Jenis Kelamin	= Perempuan
Aktivitas anak (PA)	= Active

Setelah mendapat data anak yang mengalami obesitas, kita dapat menghitung total kalori yang dianjurkan bagi anak tersebut menggunakan persamaan (2-4). Contoh perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{BEE perempuan (Total Kalori)} = 135.3 - (30.8 \times 7) + (1.31 \times ((10 \times 38) + (934 \times 1,2))) + 20 \text{ kkal} = 1558.3 \text{ kkal}$$

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan total kalori harian anak penderita obesitas, maka dihitung asupan gizi meliputi kandungan karbohidrat, lemak, protein. Kebutuhan nutrisi tersebut dapat dilihat pada Table 3.1 sebagai berikut:

Table 3. 1 Kebutuhan Nutrisi Anak Usia 7-9 tahun

Karbohidrat (%)	Lemak (%)	Protein (%)
59,5 %	27,2 %	13,3 %

(Sumber: Hardinsyah dkk, 2012)

Berdasarkan Table 3.1 tersebut, selanjutnya dilakukan proses perhitungan kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan oleh anak yang mengalami obesitas. Perhitungannya dapat dilakukan menggunakan persamaan (2-6), (2-7), dan (2-8) sebagai berikut:

Total Kalori	= 1558.3 kkal
Karbohidrat	= 59.5% x 1558.3 = 927.1885 kkal
Lemak	= 27.2% x 1558.3 = 423.8576 kkal
Protein	= 13.3% x 1558.3 = 207.2539 kkal

Dalam perhitungan di atas didapatkan energi karbohidrat, protein, lemak dalam satuan kkal. Selanjutnya satuan tersebut dikonversikan ke dalam gram dimana untuk 1 gram karbohidrat = 4 kkal, 1 gram protein = 4 kkal, dan 1 gram lemak = 9 kkal. Berikut hasil konversi hasil kandungan gizi dari kkal menuju gram:

Karbohidrat	= 927.1885 kkal / 4 = 231.797 gram
Lemak	= 423.8576 kkal / 9 = 47.095 gram
Protein	= 207.2539 kkal / 4 = 51.813 gram

3.3.1 Representasi Kromosom

Representasi kromosom pada penelitian ini direpresentasikan menggunakan bilangan integer. Bilangan integer berisi nomor makanan yang akan dikonsumsi dengan bobot makanan masing-masing sebagai berikut: makanan pokok 180 gram, sumber nabati sebesar 50 gram, sumber hewani sebesar 80 gram, sayuran sebesar 200 gram, dan pelengkap sebesar 150 gram. Satu kromosom berisi 15 gen penyusun dengan susunan yang telah ditentukan. Susunan gen tersebut dapat dikonsumsi sebanyak 3 kali makan dalam waktu satu hari. Setiap 5 gen akan menunjukkan waktu makan bagi anak, 5 gen pertama merupakan komposisi makanan pagi hari, 5 gen kedua merupakan komposisi makanan siang hari, dan 5 gen ketiga merupakan komposisi makanan malam hari.

	Makan Pagi					Makan Siang					Makan Malam				
	P	N	H	S	PL	P	N	H	S	PL	P	N	H	S	PL
P1	0	6	3	9	2	1	9	4	6	4	3	7	8	5	5

Keterangan:

P = Makanan Pokok	S = Sayuran
L = Sumber Nabati	PL = Pelengkap
S = Sumber Hewani	

Gambar 3.2. Representasi Kromosom

3.3.2 Perhitungan Penalti

Penalti merupakan nilai pelanggaran yang tidak sesuai dengan aturan yang seharusnya. Dalam kasus ini, penalti terjadi apabila total kebutuhan lemak, karbohidrat, dan protein yang dikonsumsi pada makanan lebih dari total lemak, karbohidrat, dan protein yang dibutuhkan satu hari. Penalti yang didapatkan dari masing-masing kandungan lemak, karbohidrat, dan protein, kemudian akan ditotal dan dikalikan dengan nilai alpha (α) yang merupakan prioritas kebutuhan nutrisi untuk menghasilkan nilai *fitness*. Nilai alpha berfungsi untuk mendapatkan suatu individu dengan kandungan lemak yang rendah. Diharapkan bahwa individu dengan kandungan

lemak yang rendah agar dapat terus terseleksi ke generasi selanjutnya.

$$\text{Total penalti} = (\alpha_1 * \text{penalti 1}) + (\alpha_2 * \text{penalti 2}) + (\alpha_3 * \text{penalti 3}) \quad (4-1)$$

Keterangan :

Penalti 1 = karbohidrat dengan $\alpha = 2$

Penalti 2 = protein dengan $\alpha = 2$

Penalti 3 = lemak dengan $\alpha = 10$

Sesuai dengan persamaan (4-1), aturan penalti yang berlaku adalah sebagai berikut:

1. apabila total lemak, karbohidrat, dan protein pada makanan > total kebutuhan lemak, karbohidrat, dan protein yang harus dikonsumsi, maka dilakukan perhitungan selisihnya.
2. Apabila total lemak, karbohidrat, dan protein pada makanan $\leq$ total kebutuhan lemak yang harus dikonsumsi, maka nilai penalti yang didapatkan adalah 0.

3.3.3 Perhitungan Fitness

Nilai *fitness* yang dihasilkan digunakan untuk menunjukkan kualitas dari masing-masing individu. Hasil perhitungan digunakan sebagai masukan dalam proses seleksi untuk mencari individu terbaik. Individu terbaik yang terpilih dapat menjadi solusi dalam penyelesaian masalah. Untuk perhitungan *fitness* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{fitness} = \frac{1000}{\text{total penalti} + \text{jumlah harga makanan}}$$

3.3.4 Crossover

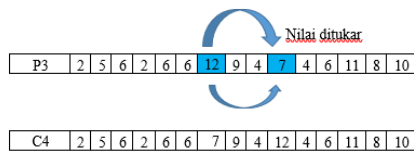
Metode yang digunakan dalam pindah silang ini adalah metode *single-point crossover*, dimana 2 induk dipilih secara random untuk menghasilkan *offspring*.

CUT POINT															
P1	0	6	3	9	2	1	9	4	6	4	3	7	8	5	5
P2	3	19	2	14	3	4	25	10	8	10	7	4	19	11	9
C1	0	6	3	9	2	1	9	10	8	10	7	4	19	11	9
C2	3	19	2	14	3	4	25	4	6	4	3	7	8	5	5

Gambar 3.3. Single Point Crossover

3.3.5 Mutasi

Metode mutasi yang digunakan adalah metode *Reciprocal Exchange Mutation* dua titik dimana metode ini menukar dua gen dalam satu kromosom.



Gambar 3.4. Reciprocal Exchange Mutation

Apabila dalam penukaran nilai melebihi batasan nomor indeks masing-masing jenis makanan, maka akan dilakukan proses perbaikan dengan menyesuaikan batasan dari masing-masing data jenis makanan pada database. Perbaikan tersebut dilakukan dengan cara :

perbaikan

= nomor hasil mutasi % batas indeks makanan + 1

3.3.6 Evaluasi dan Seleksi

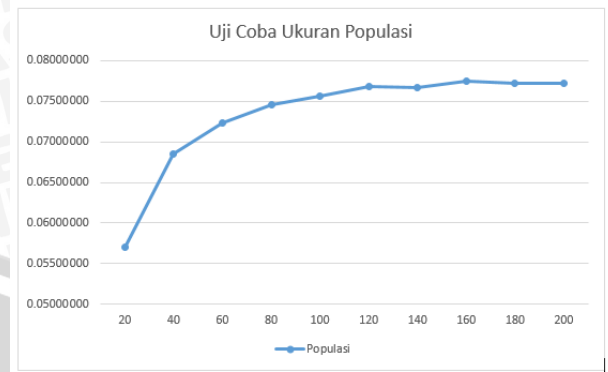
Evaluasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai *fitness* dari himpunan populasi dan *offspring*. Nilai *fitness* sendiri memiliki fungsi untuk mengetahui individu mana yang mampu bertahan hidup ke generasi selanjutnya. Pada penelitian ini digunakan metode seleksi *elitism*. Seleksi *elitism* mengurutkan nilai *fitness* dari tinggi ke rendah dan memilih individu dengan nilai *fitness* tinggi yang berpeluang menjadi generasi berikutnya.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

a. Hasil dan Analisa Pengujian Ukuran Populasi

Pengujian ukuran populasi digunakan untuk menentukan populasi yang terbaik dan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Pengujian ini menggunakan data 133 makanan dengan prioritas karbohidrat = 2, prioritas lemak = 10, dan prioritas protein = 2. Data anak yang digunakan adalah umur 7 tahun, tinggi 120 cm, berat badan 38 kg, jenis kelamin perempuan, dan status aktivitas adalah *active*. Parameter yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- Ukuran Populasi = 20-200
- Generasi = 100
- Cr = 0.6
- Mr = 0.2



Gambar 1.1 Uji Coba Populasi

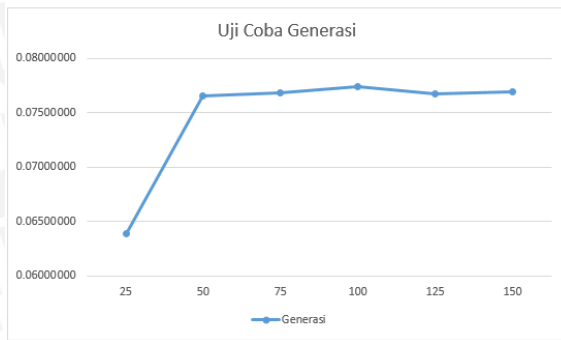
Grafik hasil uji pada Gambar 4 menyatakan bahwa, semakin besar ukuran populasi maka rata-rata *fitness* yang dihasilkan cenderung makin besar. Dapat dilihat pada populasi 20 memiliki rata-rata *fitness* terkecil yaitu sebesar 0.05700431 dan rata-rata nilai *fitness* tertinggi didapatkan pada populasi sebesar 160 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 0.07744299.

Namun semakin besar ukuran populasi juga belum tentu menghasilkan nilai *fitness* yang lebih baik, dapat dilihat pada ukuran populasi 160 ke 200, terjadi penurunan pada nilai *fitness* yang dihasilkan. Pada ukuran populasi 120 ke 200 juga memperlihatkan bila rata-rata nilai *fitness* yang dihasilkan tidak terlalu terjadi banyak perubahan, perubahan yang tidak terlalu besar disebabkan karena *offspring* yang dihasilkan mirip dengan induknya (Mahmudy, 2014). Pola perubahan nilai *fitness* juga terjadi pada penelitian Wahid dan Mahmudy (2015) yang menerapkan algoritma genetika pada optimasi komposisi makanan bagi penderita kolesterol. Dari hasil uji coba ukuran populasi didapatkan ukuran populasi terbaik sebesar 160 individu.

b. Hasil dan Analisa Pengujian Ukuran Generasi

Pengujian ukuran generasi digunakan untuk menentukan generasi yang terbaik dan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Pengujian ini menggunakan data 133 makanan dengan prioritas karbohidrat = 2, prioritas lemak = 10, dan prioritas protein = 2. Data anak yang digunakan adalah umur 7 tahun, tinggi 120 cm, berat badan 38 kg, jenis kelamin perempuan, dan status aktivitas adalah *active*. Parameter yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- Ukuran Populasi = 160
- Generasi = 25-150
- Cr = 0.6
- Mr = 0.2



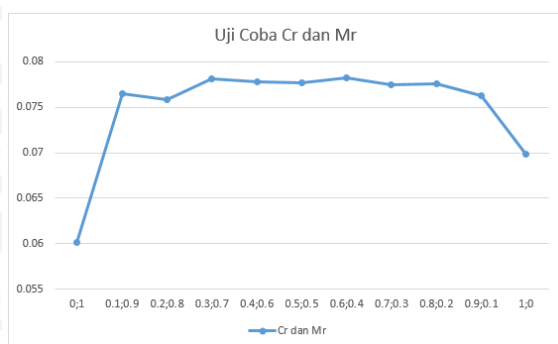
Gambar 4.2. Uji Coba Generasi

Grafik hasil uji pada Gambar 5 menyatakan bahwa generasi sebesar 100 memiliki nilai rata-rata *fitness* terbaik yaitu sebesar 0.07744299. Pada generasi ke 100 sampai generasi 150 sudah menunjukkan kestabilan nilai rata-rata *fitness* dikarenakan nilai rata-rata *fitness* tidak menunjukkan perubahan yang begitu besar. Pola perubahan nilai *fitness* juga terjadi pada penelitian Wahid dan Mahmudy (2015) yang menerapkan algoritma genetika pada optimasi komposisi makanan bagi penderita kolesterol. Hasil pengujian ukuran generasi menunjukkan semakin besar generasi maka semakin besar nilai komputasinya dan belum tentu juga menghasilkan nilai yang lebih optimal (Mahmudy, 2014).

c. Hasil dan Analisa Pengujian Kombinasi Cr dan Mr

Pengujian ukuran generasi digunakan untuk menentukan kombinasi nilai cr dan mr yang terbaik. Pengujian ini menggunakan data 133 makanan dengan prioritas karbohidrat = 2, prioritas lemak = 10, dan prioritas protein = 2. Data anak yang digunakan adalah umur 7 tahun, tinggi 120 cm, berat badan 38 kg, jenis kelamin perempuan, dan status aktivitas adalah *active*. Parameter yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- Ukuran Populasi = 160
- Generasi = 100



Gambar 4.3. Uji Coba Kombinasi Cr dan Mr

Grafik uji Pada Gambar 6 menyatakan bahwa nilai rata-rata *fitness* yang diperoleh bervariasi dikarenakan tidak adanya suatu nilai tetap yang

digunakan untuk menentukan nilai cr maupun mr dalam memperoleh nilai kombinasi yang tepat (Mahmudy, 2014). Nilai cr = 0.6 dan mr = 0.4 merupakan nilai kombinasi yang terbaik dari hasil uji coba kombinasi dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0.0782747. Menurut Mahmudy (2014), nilai cr yang terlalu rendah dan nilai mr terlalu tinggi mengakibatkan kemampuan algoritma genetika menurun dikarenakan algoritma genetika kurang efektif untuk belajar dari generasi sebelumnya. Selain itu, nilai mr yang terlalu rendah dan nilai cr yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan konvergensi atau perubahan nilai *fitness* yang tidak terlalu besar.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian skripsi berjudul “Optimasi Komposisi Makanan Bagi Penderita Obesitas Pada Anak Menggunakan Algoritma Genetika” didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Algoritma Genetika yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan representasi kromosom bilangan integer. Proses reproduksi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *single point crossover*, *reciprocal exchange mutation*, dan diseleksi menggunakan seleksi *elitism*.
- Representasi kromosom yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan representasi kromosom bilangan integer dengan panjang kromosom sebesar 15 yang merepresentasikan nomor makanan.
- Pada proses pengujian populasi, generasi, serta nilai cr dan mr ternyata ukuran dari populasi dan generasi mempengaruhi nilai *fitness* yang dihasilkan. Jika ukuran populasi dan generasi sedikit maka pencarian Algoritma Genetika semakin sempit. Jika ukuran populasi dan generasi semakin besar dapat menyebabkan konvergensi dan waktu komputasi yang lama. Pada pengujian populasi didapatkan hasil optimal sebesar 160 populasi dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0.07744299. Pada pengujian generasi didapatkan hasil optimal generasi sebesar 100 dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0.07744299. Pada pengujian kombinasi cr dan mr didapatkan hasil optimal sebesar cr = 0.6 dan mr = 0.4. dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0.0782747.
- Hasil optimasi komposisi makanan bagi penderita obesitas pada anak berupa komposisi makanan pagi, siang, dan malam yaitu nasi jagung, kacang tolo, bandeng, bayam, dan alpukat dengan keterpenuhan karbohidrat sebesar 275.0999 gram, keterpenuhan protein sebesar 86.3999 gram, dan keterpenuhan lemak sebesar 27.9 gram berdasarkan hasil seleksi dari kromosom terbaik.

5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan penambahan kandungan gizi lain selain karbohidrat, lemak, dan protein.
2. Penelitian ini disarankan dapat menggunakan metode lain dalam proses reproduksi (*crossover* dan *mutation*) dan seleksinya untuk mendapatkan hasil yang bervariasi.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi selanjutnya dengan penambahan makanan lebih bervariasi berat konsumsinya.
4. Apabila penelitian ini dikembangkan lebih lanjut diharapkan adanya variasi menu yang berbeda-beda minimal satu hari.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita. 2004. *Penuntun Diet (edisi baru)*. Ed. 20. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Almatsier, Sunita. 2006. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Ed. 6. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Carwoto. 2007. *Implementasi Algoritma Genetika untuk Optimasi Penempatan Kapasitor Shunt pada Penyulang Distribusi Tenaga Listrik*. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK, vol. XII, no.2.
- Devi, OC. Mahmudy, WF. Setiawan, BD. 2015. *Penerapan Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Asisten Praktikum*, DORO : Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol.5, no.11.
- Hardinsyah. Riyadi, Hadi. Napitupulu, Victor. 2012. *Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Karbohidrat*. Departemen Gizi Masyarakat, FEMA, IPB.
- Hidayati, SN. Irawan, R. Hidayat, B. 2009. *Obesitas Pada Anak*. Surabaya: Divisi Nutrisi dan Penyakit Metabolik, Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Unair.
- Kementerian Kesehatan RI. 2012. *Pedoman Pencegahan dan Penanggulangan Kegemukan dan Obesitas pada Anak Sekolah*.
- Mahmudy, Wayan Firdhaus. 2014. *Algoritma Evolusi*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya.
- Rianawati, A. Mahmudy, WF. 2015. *Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimasi Komposisi Makanan Bagi Penderita Diabetes Mellitus*, DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Univeristas Brawijaya, vol.5, no.14.
- Sartika, RAD. 2011. *Faktor Risiko Obesitas pada Anak 5-15 Tahun di Indonesia*, MAKARA Kesehatan, vol.15, no.1, pp. 37-43.
- Susanto, JA. 2011. *Penilaian Status Gizi dan Penentuan Menu Makanan*, Jurusan Sistem Informasi Sekolah Tinggi Manajemen Komputer dan Teknik Komputer, Surabaya.
- Uyun, Shofwatul. Hartati, Sri. 2011. *Penentuan Komposisi Bahan Pangan untuk Diet Penyakit Ginjal dan Saluran Kemih dengan Algoritma Genetika*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, Yogyakarta, 17-18 Juni.
- Wahid, N. Mahmudy, WF. 2015. *Optimasi Komposisi Makanan untuk Penderita Kolesterol Menggunakan Algoritma Genetika*. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Univeristas Brawijaya, vol.5, no.15.
- WHO. 2015. *Childhood Obesity: Interim Report of Commission on Ending Childhood Obesity*. Geneva: WHO Technical Report Series

