

Optimasi Kombinasi Bahan Makanan untuk Mencegah *Stunting* pada Balita dengan menggunakan Algoritme Genetika

Triamelia Masdiana Safitri¹, Imam Cholissodin², Budi Darma Setiawan³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹triamelia@student.ub.ac.id, ²imamcs@ub.ac.id, ³s.budidarma@ub.ac.id

Abstrak

Gizi pada balita di Indonesia sampai sekarang masih menjadi permasalahan yang belum bisa terselesaikan. Asupan gizi yang kurang dapat menyebabkan gizi buruk dan *stunting*/tubuh pendek. Indonesia termasuk negara terbesar ke lima dengan jumlah hampir 9 juta balita yang mengalami *stunting*. Banyak faktor yang menyebabkan *stunting* pada balita salah satunya yaitu, kurangnya pengetahuan orang tua mengenai komposisi variasi bahan makanan yang harus dikonsumsi oleh balita untuk memperoleh gizi seimbang. Pemenuhan gizi seimbang untuk balita tidak cukup hanya dengan satu makanan. Pemenuhan gizi seimbang bagi balita dapat diperoleh dari kombinasi beragam bahan makanan yang mengandung semua unsur zat gizi. Pada penelitian ini, memberikan rekomendasi komposisi bahan makanan selama 7 hari menggunakan algoritme genetika agar memudahkan para orang tua dalam mengkombinasikan bahan makanan yang sesuai dengan kebutuhan gizi balita. Berdasarkan hasil pengujian parameter algoritme genetika, pengujian kombinasi nilai *Cr:Mr* paling optimal yaitu 0,7:0,3 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 97,412. Pengujian ukuran populasi paling optimal yaitu 90 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 96,95. Pengujian jumlah generasi paling optimal yaitu 350 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 96,664. Hasil pengujian ini dapat menghemat pengeluaran orang tua sebesar 35,77% dengan rata-rata harga sebesar Rp.19269,21.

Kata kunci: algoritme genetika, *stunting*, balita, gizi, bahan makanan

Abstract

The number of good nutrients provided to kids in Indonesia has been a common problem and has yet to be solved. The lack of nutritional intake can cause malnutrition and stunting (the lack of height growth). Indonesia has become the fifth biggest country in terms of the numbers of toddlers suffering stunting, whose numbers have risen to nearly 9 million toddler. Stunting in toddlers can be caused by many factors, one of which is the lack of knowledge possessed by the parents of the combination of a variety of food ingredients which must be fed to the toddler in order to provide a perfectly balanced supply of nutrients. Providing a single dish does not always provide a perfectly balanced supply of nutrients. Providing a stable supply of perfectly balanced nutrients can be achieved by a variety of food ingredient combinations that contain roughly the same amount of nutrients. In this research, a recommendation of food compositions was provided through the course of 7 days using a genetic algorithm to assist parents in combining food ingredients which corresponded with a toddler's nutritional needs. Based on the testing parameters of the genetic algorithm, the optimal results from the combination of Cr:Mr test was 0,7:0,3 and the fitness results had an average score of 97,412. The testing results on the optimal size of the population was discovered to be 90 with an average fitness score of 96,95. Testing of the most optimal number of generations that need to be generated were 350 generations with an average fitness score of 96,664. The result of the test was capable of saving the parents expenses as much as 35,77% with the average cost of a dish was Rp.19269,21.

Keywords: genetic algorithm, *stunting*, toddler, nutrient, food ingredient

1. PENDAHULUAN

Stunting adalah kondisi gagal tumbuh pada

anak bayi yang berumur dibawah lima tahun (balita) akibat dari kekurangan gizi kronis (Tnp2k, 2017). Balita yang dikatakan *stunting*

(pendek) dapat diketahui apabila anak bayi di bawah umur lima tahun (balita) sudah diukur tinggi badan maupun panjang badannya yang kemudian dibandingkan dengan standar dan menunjukkan hasil di bawah normal.

Pemenuhan gizi seimbang untuk balita tidak cukup hanya dengan satu makanan. Pemenuhan gizi seimbang bagi balita dapat diperoleh dari kombinasi beragam bahan makanan yang mengandung semua unsur zat gizi. Namun yang terjadi, asupan makanan yang diberikan untuk balita saat ini kurang bervariasi karena terkendala dengan biaya yang harus dikeluarkan. Asupan gizi yang tidak mencukupi menyebabkan balita mudah terserang infeksi yang berdampak pada penurunan nafsu makan, sehingga berat badan maupun tinggi badan akan menurun/rendah. Faktor yang menyebabkan *stunting* pada balita yakni, kurangnya pengetahuan ibu mengenai makanan yang harus dikonsumsi oleh balita untuk memperoleh gizi seimbang dari sebelum kehamilan, masa kehamilan, setelah melahirkan dan status kesehatan baik ibu maupun bayi (Tnp2k, 2017). Permasalahan lain, banyak ibu yang kurang mengetahui pengkombinasian variasi bahan makanan yang mengandung semua unsur zat gizi berdasarkan kebutuhan balita.

Kombinasi variasi bahan makanan untuk memenuhi kebutuhan gizi balita perlu dikelola dengan baik supaya para balita dapat memperoleh gizi yang seimbang. Kombinasi tersebut harus disesuaikan dengan tinggi badan, berat badan dan umur masing-masing balita.

Kombinasi variasi bahan makanan untuk pemenuhan gizi balita dapat dikelola secara optimal salah satunya dengan menggunakan algoritme genetika. Algoritme genetika adalah metode untuk menentukan optimalisasi untuk menentukan solusi terbaik. Konsep yang digunakan algoritme genetika adalah *natural selection* yang berguna untuk proses pencarian dan optimasi dalam penyelesaian permasalahan yang bersifat sederhana maupun kompleks yang membutuhkan banyak variabel (Mahmudy, 2015).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Asri, Cholissodin, Ratnawati tahun 2018 mengenai pengoptimasian asupan makanan harian pada ibu hamil yang juga mengalami *hipertensi*. Keluaran yang akan dihasilkan berupa rekomendasi asupan makanan berdasarkan kebutuhan nutrisinya ibu hamil yang juga mengalami *hipertensi*. Hasil rekomendasi dengan algoritme genetika tersebut

yakni jumlah generasi 240, dengan rata-rata *fitness* 525,0720, populasi 90 dengan rata-rata *fitness* 525,0680 dan nilai kombinasi *Cr* sebesar 0,6 dan *Mr* sebesar 0,5 dengan nilai *fitness* sebesar 525,0695.

Pada penelitian lain mengenai optimasi dengan menggunakan algoritme genetika untuk menyelesaikan permasalahan pemenuhan gizi para atlet (Sanapiah, Setiawan, & Widodo, 2018). Hasil dari penelitian tersebut adalah rekomendasi menu makanan berdasarkan kebutuhan gizi atlet dengan menggunakan algoritme genetika. Hasil rekomendasi dengan algoritme genetika tersebut yakni jumlah generasi 450, dengan rata-rata *fitness* 0,826675, populasi 70 dengan rata-rata *fitness* 0,827600 dan nilai kombinasi *Cr:Mr* adalah 0,5:0,5 dengan nilai *fitness* sebesar 0,825855.

Berdasarkan penjelasan dari permasalahan di atas, maka penelitian ini menggunakan algoritme genetika untuk mengoptimasi kombinasi bahan makanan untuk mencegah *stunting* pada balita.

2. METODOLOGI

Sistem yang dibuat diawali dengan memasukkan data balita dan parameter algoritme genetika. Algoritme genetika digunakan untuk memproses data input. Proses algoritme genetika diawali dengan proses inialisasi populasi, proses *crossover*, proses mutasi, proses evaluasi, dan proses seleksi. Sistem ini menghasilkan rekomendasi bahan makanan beserta kandungan gizi dan biayanya selama 7 hari.

2.1 Algoritme Genetika

Algoritme genetika (GA) adalah salah satu algoritme untuk optimasi dalam penyelesaian permasalahan yang bersifat sederhana maupun kompleks yang membutuhkan banyak variabel (Mahmudy, 2015).

Tahapan algoritme genetika dibagi pada beberapa tahapan, yaitu:

1. Inialisasi populasi awal

Inialisasi adalah proses untuk membentuk individu secara *random* yang mempunyai susunan gen atau *chromosome* yang mana digunakan sebagai solusi suatu permasalahan (Mahmudy, 2015).

2. *Crossover*

Crossover merupakan proses pemilihan dua *parent* yang dipilih secara *random* yang

kemudian gen dari dua *parent* tersebut akan ditukarkan sesuai metode yang akan digunakan. Jumlah keturunan (*offspring*) dihasilkan dari $pc \times popsize$. Proses ini menggunakan metode *extended intermediate crossover*.

3. Mutasi

Mutasi berguna untuk membangkitkan individu baru dengan cara mengubah secara *random* suatu gen dari *parent* yang terpilih. Jumlah keturunan (*offspring*) mutasi dapat ditentukan dengan cara *mr* dikalikan *popsize* yang sudah diinisialisasi di awal (Mahmudy, 2015).

4. Evaluasi

Evaluasi digunakan untuk menentukan *fitness* tiap individu. Nilai *fitness* yang paling tinggi mempunyai peluang besar dijadikan calon solusi (Mahmudy, 2015).

Pada penelitian Eliantara, Cholissodin, Indriati pada tahun 2016 menggunakan perhitungan *fitness* untuk menyelesaikan permasalahan gizi dapat dilihat pada Persamaan (1).

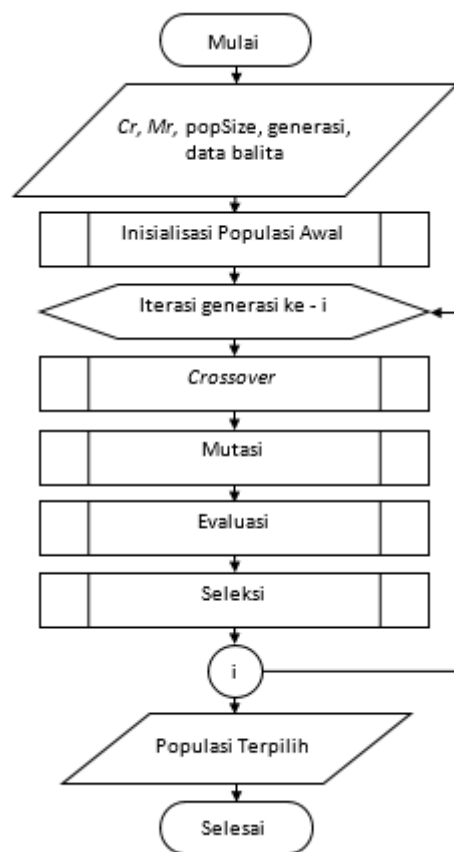
$$Fitness(x) = \left(\frac{1}{Penalti\ Gizi} Const1\right) + \left(\frac{1}{Total\ Harga} Const2\right) + Variasi \quad (1)$$

Const1 dan *const2* digunakan untuk menghasilkan nilai *fitness* yang seimbang. Apabila tidak menggunakan *const1* dan *const2* maka akan terjadi ketidak seimbangan nilai antara hasil pembagian penalti gizi, hasil pembagian total harga dan variasi yang mana menghasilkan nilai puluhan. Konstata *const1* dikalikan dengan pembagian penalti gizi dengan nilai konstanta 1000 dan konstanta *const2* dikalikan dengan pembagian total harga dengan nilai konstanta 1000000.

5. Seleksi

Seleksi adalah proses mempertahankan individu untuk generasi selanjutnya, yang mana individu tersebut diperoleh dari populasi dan keturunannya. Generasi yang dipertahankan biasanya mempunyai nilai *fitness* yang tinggi pada individu. Metode *elitism* digunakan untuk proses seleksi. *Elitism* merupakan metode yang bekerja dengan cara mempertahankan individu yang mempunyai *fitness* tinggi sebanyak jumlah *population size* yang telah ditentukan di awal (Mahmudy, 2015).

6. Proses tersebut akan berulang hingga generasi tertentu.



Gambar 1. Tahapan algoritme genetika

2.2 Data Input

Data yang digunakan untuk penyelesaian permasalahan algoritme genetika yaitu dengan data balita dan parameter algoritme genetika. Contoh data balita dan parameter algoritme genetika ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Balita

Nama	Umur (Tahun)	BB (kg)	TB (cm)
Y	3	13	93

Tabel 2. Parameter Algoritme Genetika

Populasi	Cr	Mr	Generasi
100	0,5	0,5	1

2.3 Hitung Kebutuhan Gizi

Berdasarkan RSCM dan PERSAGI tahun 2003 Penuntun DIIT Anak, kebutuhan gizi balita diketahui dengan cara menghitung Berat Badan Ideal (BBI) dengan Persamaan (2), kebutuhan energi dengan Persamaan (3), kebutuhan protein dengan Persamaan (4), kebutuhan lemak dengan Persamaan (5) dan kebutuhan karbohidrat dengan Persamaan (6) terlebih dahulu.

$$BBI = (umur \times 2) + 8 \quad (2)$$

$$Keb. Energi = 100 \frac{kcalori}{kg} (BBI) \quad (3)$$

$$Keb. Protein = (100\% \times Keb. Energi) \div 4$$

$$Keb. Lemak = (20\% \times Keb. Energi) \div 9 \tag{4}$$

$$Keb. Karbohidrat = (70\% \times Keb. Energi) \div 4 \tag{5}$$

$$\tag{6}$$

Berikut hasil perhitungan kebutuhan gizi balita.

$$BBI = (3 \times 2) + 8 = 14 \text{ kg}$$

$$Keb. Energi = 100 \times 14 = 1400 \text{ kkal}$$

$$Keb. Protein = (100\% \times 1400) \div 4 = 35 \text{ g}$$

$$Keb. Lemak = (20\% \times 1400) \div 9 = 31.1111 \text{ g}$$

$$Keb. Karbohidrat = (70\% \times 1400) \div 4 = 245 \text{ g}$$

2.4 Inisialisasi Populasi Awal

Bahan makanan yang digunakan sebanyak 111, dikategorikan dalam berbagai sumber, yakni protein hewani 20 jenis, protein nabati 19 jenis, karbohidrat 16 jenis, pelengkap 23 jenis dan sayuran 23 jenis. Representasi kromosom menggunakan bilangan integer, yang mana angka dari bilangan integer menunjukkan nomor urut bahan makan. Proses ini dicontohkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Inisialisasi Populasi

Indi vidu	Kromosom								
	Pagi					Siang	Malam		
	K	Ph	Pn	S	Pel	.....	S	Pel
P1	12	11	0	0	10	.....	0	10
	10	9	3	7	15	.....	7	15
P2	13	7	6	7	11	.....	16	8
	11	2	1	16	8	.....	19	11

2.5 Crossover

Pada penelitian ini, *offspring* (jumlah keturunan) ditentukan dengan cara probabilitas $Cr \times psize$ yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai *offspring* dapat diperoleh sebagai berikut.

$$offspring = 3 \times 0,5 = 1,5 \rightarrow 2$$

Perhitungan tersebut menunjukkan ada 2 individu baru pada proses *crossover* ini. Setelah itu memilih *parent* yang akan diproses *crossover* di mana membutuhkan 2 *parent* untuk menghasilkan 2 *child*. Pemilihan ke dua *parent* tersebut dipilih secara *random*.

Kedua *parent* yang terpilih dimisalkan adalah P1 & P2 dan P2 & P1 yang akan dilakukan proses *crossover*. Variabel *a* didapatkan sebesar 0,93 dan 0,5. Pembangkitan jumlah keturunan C1 dan C2 sebagai berikut:

$$C1: \quad X1 = 13 + 0,93 (12 - 13) = 12$$

$$\quad \quad X1 = 11 + 0,93 (10 - 11) = 10$$

$$C2 \quad X1 = 12 + 0,5 (13 - 12) = 12$$

$$\quad \quad X1 = 10 + 0,5 (11 - 10) = 10$$

Tabel 4 adalah *child* dari proses *crossover*.

Tabel 4. Proses *Crossover*

Indi vidu	Kromosom								
	Pagi					Siang	Malam		
	K	Ph	Pn	S	Pel	.....	S	Pel
C1	12	11	0	0	10	.....	8	5
	10	9	3	8	15	.....	11	8
C2	12	9	3	3	10	.....	10	12
	10	6	2	11	12	.....	13	11

2.6 Mutasi

Hal yang pertama harus dilakukan adalah melakukan perhitungan jumlah keturunan yang akan dihasilkan. Jumlah keturunan ditentukan dengan cara $mr \times psize$ yang telah ditentukan sebelumnya.

$$Offspring = 3 \times 0,5 = 1,5 \rightarrow 2$$

Perhitungan tersebut menunjukkan ada 2 individu baru pada proses mutasi ini. Proses selanjutnya yakni memilih *random parent* dan kemudian memilih *random* indeks gen untuk dilakukan mutasi.

Parent yang dipilih misalkan adalah P2 dengan indeks gen yang dipilih adalah indeks gen ke 20 dan P1 dengan indeks gen yang dipilih adalah indeks gen ke 19. Pada indeks tersebut nilainya akan diubah secara *random* dengan interval banyaknya data bahan makanan, sehingga hasil *random* tidak akan melebihi banyaknya data bahan makanan. Tabel 5 merupakan kromosom pada individu baru.

Tabel 5. Proses Mutasi

Indi vidu	Kromosom								
	Pagi					Siang	Malam		
	K	Ph	Pn	S	Pel	.....	S	Pel
C3	13	7	6	7	11	.....	16	8
	11	2	1	16	8	.....	19	11
C4	12	11	0	0	10	.....	4	16
	10	9	3	7	6	.....	7	11

2.7 Evaluasi

Pada proses evaluasi berguna untuk mendapatkan individu dengan *fitness* terbaik. Total penalti harus dihitung terlebih dahulu sebelum memasuki tahapan perhitungan *fitness*. Tabel 6 merupakan hasil total penalti.

Tabel 6. Proses Total Penalti

Indi vidu	Penalti kalori	Penalti KH	Penalti Protein	Penalti Lemak	Total Penalti
P1	486	60,469	5,535	26,06	578,06
P2	570,48	96,383	7,6295	16,99	691,47
P3	578,78	95,108	7,6438	18,18	699,7
C1	596,4	83,029	7,635	26,60	713,66
C2	590,64	83,125	7,25	26,11	707,11
C3	460,08	73,823	5,5295	16,45	555,87
C4	486	60,469	5,535	26,06	578,06

Hasil perhitungan total penalti yang telah didapatkan akan digunakan untuk perhitungan *fitness* dengan menggunakan Persamaan (1). Tabel 7 menunjukkan hasil dari perhitungan *fitness*.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai *Fitness*

Individu	Nilai <i>Fitness</i>
P1	52,423
P2	44,259
P3	61,108
C1	48,134
C2	54,051
C3	44,533
C4	54,994

2.8 Seleksi

Pada proses seleksi digunakan metode *elitism* untuk menyeleksi suatu individu. Individu dengan nilai *fitness* tertinggi adalah yang terpilih. Jumlah individu pada generasi selanjutnya tergantung pada inisialisasi jumlah *popsize* yaitu 3. Tabel 8 merupakan hasil proses seleksi.

Tabel 8. Hasil Seleksi

Individu	Nilai <i>Fitness</i>
P3	61,108
C2	54,051
C4	54,994

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses selanjutnya dilakukan pengujian serta analisis. Pengujian ini dilakukan 10 kali uji coba. Data balita yang digunakan yaitu balita berumur 3 tahun, BB 13 kg, TB 93 cm.

3.1. Hasil Pengujian Kombinasi *Cr* dan *Mr*

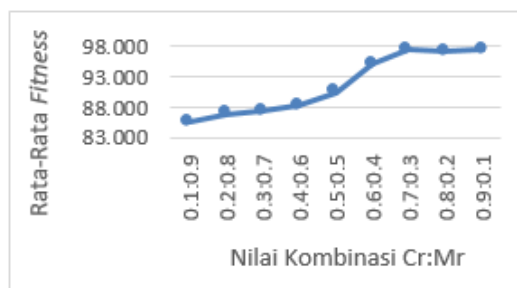
Pada pengujian ini mengkombinasikan nilai *Cr* dan *Mr* antara 0,1 sampai 0,9. Generasi pada pengujian ini ditentukan dengan cara melakukan pengujian jumlah generasi dari 1 sampai 1000. Hasil pengujian ini menunjukkan setelah generasi 400 mempunyai nilai *fitness* yang hampir sama, dan digunakan ukuran populasi 100. Hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian *Cr* dan *Mr*

<i>Cr</i> : <i>Mr</i>	Pengujian Ke- <i>i</i>				Rata-Rata <i>Fitness</i>
	1	2	3	10	
0.1 : 0.9	86,296	83,819	.....	85,050	85,450
0.2 : 0.8	88,510	85,259	.....	86,765	86,725

0.3 : 0.7	88,152	85,913	.....	87,360	87,464
0.4 : 0.6	87,411	89,120	.....	88,857	88,185
0.5 : 0.5	89,983	91,768	.....	86,147	90,439
0.6 : 0.4	95,788	93,613	.....	94,340	95,094
0.7 : 0.3	96,963	95,872	.....	97,955	97,412
0.8 : 0.2	97,004	98,152	.....	96,778	97,023
0.9 : 0.1	96,309	95,367	.....	98,291	97,321

Berdasarkan pengujian Tabel 9 grafiknya ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian *Cr* dan *Mr*

Pada Tabel 9 menunjukkan pengujian kombinasi nilai 0,7 pada *Cr* dan 0,3 pada *Mr* mendapatkan rata-rata nilai *fitness* tertinggi yaitu sebesar 97,412, sedangkan yang terendah yaitu 85,45 dengan kombinasi nilai 0,1 pada *Cr* dan 0,9 pada *Mr*.

3.2. Hasil Pengujian Ukuran Populasi

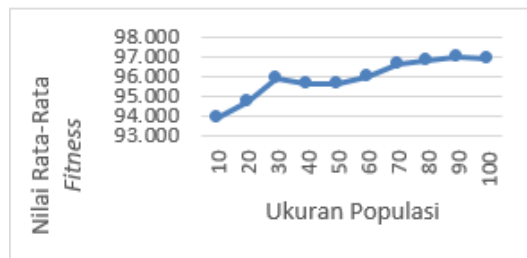
Pada pengujian ini menggunakan ukuran populasi dengan kelipatan 10 yang mana dimulai dari 10 hingga 100. Jumlah generasi sebesar 400 dan kombinasi nilai 0,7 untuk *Cr* dan 0,3 untuk *Mr*. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Ukuran Populasi

Ukuran Populasi	Pengujian Ke- <i>i</i>				Rata-Rata <i>Fitness</i>
	1	2	3	10	
10	89.253	92.337	.....	95.820	93.887
20	95.085	93.426	.....	97.131	94.713
30	97.735	96.130	.....	95.492	95.848
40	95.714	94.094	.....	96.961	95.580
50	94.973	93.166	.....	94.240	95.562
60	95.703	96.973	.....	95.510	95.973
70	97.786	96.766	.....	96.931	96.579
80	96.758	95.661	.....	96.075	96.827
90	98.757	97.247	.....	96.613	96.950
100	95.233	97.017	.....	99.592	96.871

Berdasarkan pengujian Tabel 10 grafiknya

ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Ukuran Populasi

Tabel 10 menunjukkan pengujian ukuran populasi sebesar 90 mendapatkan rata-rata nilai *fitness* paling tinggi yaitu sebesar 96,95, sedangkan yang terendah sebesar 93,887 dengan ukuran populasi sebesar 10.

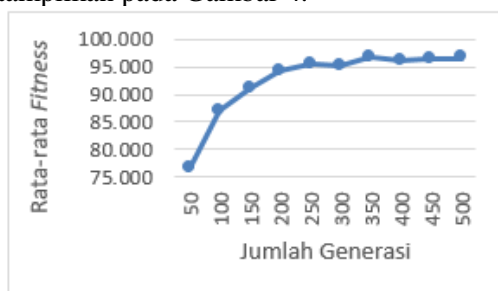
3.3. Hasil Pengujian Jumlah Generasi

Pada pengujian ini menggunakan jumlah generasi berkelipatan 50 yang mana dimulai dari 50 hingga 500. Kombinasi nilai 0,7 untuk *Cr* dan 0,3 untuk *Mr*, sedangkan ukuran populasinya 90. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Tabel 11, sedangkan rata-rata waktu komputasinya ditampilkan pada Tabel 12.

Tabel 11. Hasil Pengujian Jumlah Generasi

Jumlah Generasi	Pengujian Ke- <i>i</i>				Rata – Rata <i>Fitness</i>
	1	2	3	10	
50	75.564	76.931	.....	77.784	76.715
100	88.397	85.316	.....	86.564	87.169
150	87.513	91.875	.....	91.004	91.196
200	92.148	93.454	.....	94.002	94.321
250	96.027	95.472	.....	93.910	95.607
300	94.212	93.016	.....	95.155	95.335
350	97.405	97.595	.....	96.174	96.664
400	95.175	93.864	.....	96.275	96.243
450	97.984	95.986	.....	97.086	96.435
500	96.991	96.014	.....	97.690	96.609

Berdasarkan pengujian Tabel 11 grafiknya ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Jumlah Generasi

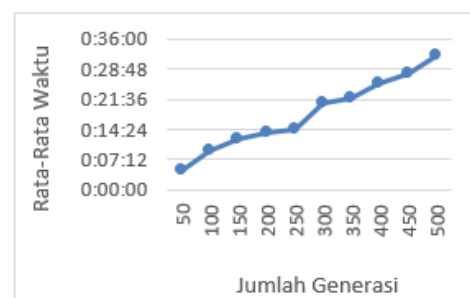
Pada Tabel 11 menunjukkan pengujian jumlah generasi sebesar 350 mendapatkan rata-rata nilai *fitness* tertinggi yaitu sebesar 96,664, sedangkan yang terendah sebesar 76,715 dengan jumlah generasi sebesar 50. Pada pengujian tersebut juga menunjukkan jumlah generasi sebesar 350 menjadi titik terjadinya konvergensi, sehingga jumlah generasi sebesar 350 dianggap menjadi jumlah generasi optimal untuk menyelesaikan permasalahan penelitian ini.

Hasil pengujian rata-rata waktu komputasi setiap generasi dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Pengujian Waktu komputasi setiap jumlah generasi

Ukuran Populasi	Pengujian Ke- <i>i</i>				Rata – Rata <i>Fitness</i>
	1	2	3	10	
10	89.253	92.337	.....	95.820	93.887
20	95.085	93.426	.....	97.131	94.713
30	97.735	96.130	.....	95.492	95.848
40	95.714	94.094	.....	96.961	95.580
50	94.973	93.166	.....	94.240	95.562
60	95.703	96.973	.....	95.510	95.973
70	97.786	96.766	.....	96.931	96.579
80	96.758	95.661	.....	96.075	96.827
90	98.757	97.247	.....	96.613	96.950

Berdasarkan pengujian Tabel 12 grafiknya ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Rata-Rata Waktu Komputasi Setiap Jumlah Generasi

Pada grafik yang ditunjukkan Gambar 5, menunjukkan semakin besar jumlah generasi, maka rata-rata waktu komputasi yang diperlukan setiap jumlah generasi cenderung semakin lama. Hal ini dikarenakan, semakin besar jumlah generasi yang digunakan, maka peluang untuk melakukan eksplorasi ruang pencarian solusi optimal dan kemampuan eksploitasi *local search* akan meningkat dibanding menggunakan jumlah generasi yang kecil, sehingga akan berpengaruh

terhadap waktu yang diperlukan dalam menemukan solusi yang optimal.

3.4. Analisis Global Hasil Pengujian

Parameter algoritme yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Cr : 0,7
- Mr : 0,3
- Ukuran populasi : 90
- Jumlah Generasi : 350

Berdasarkan parameter hasil pengujian yang sudah dilakukan, maka didapatkan hasil selisih kebutuhan gizi balita dengan kandungan gizi rekomendasi sistem yang ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Selisih Kandungan Gizi

Nama	Energi (kkal)	Protein (gram)	Lemak (gram)	KH (gram)	Selisih Harga per Hari (Rp)
Y	514,41 (36,74%)	6,11 (17,46%)	19,57 (62,91%)	78,87 (32,19%)	13519,39 (45,06%)
Yn	-0,15 (-0,01%)	-7,94 (-26,27%)	3,47 (13,01%)	0,58 (0,28%)	8906,33 (29,69%)
An	0,84 (0,06%)	-14,37 (-39,92%)	7,74 (24,19%)	-0,38 (-0,15%)	6473,38 (21,58%)
Ar	0,08 (0,01%)	-7,55 (-30,2%)	2,11 (9,49%)	1,55 (0,89%)	11337,02 (37,79%)
Asm	255,04 (21,25%)	-0,39 (-1,30%)	15,27 (57,26%)	31,09 (14,80%)	13417,83 (44,73%)
Rata-rata	154,04 (11,61%)	-4,83 (-16,09%)	9,63 (33,37%)	22,34 (9,60%)	10730,79 (35,77%)

Berdasarkan Tabel 13 menjelaskan bahwa rata-rata selisih kandungan energi, selisih kandungan protein selisih kandungan lemak yang direkomendasikan oleh sistem masih kurang dari kebutuhan gizi energi, protein, lemak secara aktual. Menurut pakar, selisih kandungan gizi yang harus dipenuhi tidak lebih dari 10% dan tidak kurang dari 10% dari kebutuhan gizi aktual. Pada Tabel 13 menunjukkan rata-rata selisih kandungan energi kurang dari 10% dari kebutuhan gizi aktual, yaitu sebesar 11,61%, sedangkan rata-rata selisih kandungan protein menunjukkan lebih dari 10% dari kebutuhan gizi aktual, yaitu sebesar 16,09%. Hal serupa dengan rata-rata selisih kandungan lemak menunjukkan kurang dari 10% dari kebutuhan gizi aktual, yaitu sebesar 33,37%.

Berbeda dengan rata-rata selisih kandungan karbohidrat yang direkomendasikan oleh sistem telah memenuhi standar yang mana tidak kurang dari dan tidak lebih dari 10%. Rata-rata selisih kandungan karbohidrat yaitu sebesar 9,60% yang mana dapat dikatakan hasil kandungan karbohidrat bahan makanan yang

direkomendasikan oleh sistem memenuhi kebutuhan gizi balita hingga 90,40%.

Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan proses *random* pada inialisasi populasi awal yang memungkinkan dapat menyebabkan individu hasil *random* menghasilkan rekomendasi bahan makanan kurang optimal. Selain itu, data bahan makanan yang masih terbatas juga dapat mempengaruhi eksplorasi pencarian solusi optimal.

Pada Tabel 13, dapat dilihat orang tua balita dapat menghemat rata-rata biaya pengeluaran per hari yaitu sebesar 35,77%.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penerapan algoritme untuk mengoptimasi bahan makanan untuk mencegah *stunting* pada balita, yaitu kualitas solusi hasil rekomendasi oleh sistem dapat diketahui melalui perhitungan kebutuhan gizi aktual dikurangi dengan rata-rata kandungan gizi yang direkomendasikan sistem. Rata-rata hasil selisih kandungan energi kurang dari 10% dari kebutuhan gizi aktual, yaitu sebesar 11,61%. Sedangkan rata-rata selisih kandungan protein menunjukkan lebih dari 10% dari kebutuhan gizi aktual, yaitu sebesar 16,09%. Hal serupa dengan rata-rata selisih kandungan lemak menunjukkan kurang dari 10% dari kebutuhan gizi aktual, yaitu sebesar 33,37%. Hal lain dengan rata-rata selisih kandungan karbohidrat yang direkomendasikan oleh sistem telah memenuhi standart yang mana tidak kurang dari dan tidak lebih dari 10%. Rata-rata selisih kandungan karbohidrat yaitu sebesar 9,60%, selain itu orang tua mampu menghemat biaya pengeluaran per hari sebesar 35,77%.

Berdasarkan hasil pengujian parameter algoritme genetika, pengujian kombinasi nilai $Cr:Mr$ paling optimal yaitu 0,7:0,3 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 97,412. Pengujian ukuran populasi paling optimal yaitu 90 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 96,95. Pengujian jumlah generasi paling optimal yaitu 350 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 96,664.

5. SARAN

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat menambahkan rekomendasi bahan makanan untuk balita yang mempunyai alergi terhadap bahan makanan tertentu. Kemudian penelitian selanjutnya dapat menambahkan zat gizi mikro seperti vitamin, mineral dan zat besi agar hasil rekomendasi yang dihasilkan jauh

lebih optimal dalam pencegahan *stunting* sejak dini. Selain itu, dapat mengganti data jenis bahan makanan dengan jenis-jenis makanan yang telah diolah agar orang tua tidak mengalami kebingungan saat akan mengolah bahan makanan yang telah direkomendasikan. Kemudian dapat menambahkan anggaran belanja orang tua balita sebagai *constraint* untuk perhitungan *fitness* agar rekomendasi dari sistem sesuai dengan anggaran belanja orang tua yang dikeluarkan setiap harinya, selain itu juga harga bahan makanan dapat ditentukan secara *real time* berdasarkan harga yang telah ditentukan oleh dinas perdagangan.

di: <<http://www.tnp2k.go.id/images/uploads/downloads/BinderVolume1.pdf>> [Diakses 5 Januari 2019].

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asri, N. D., Cholissodin, I. & Ratnawati, D. E., 2018. Optimasi Asupan Makanan Harian Ibu Hamil Penderita Hipertensi Menggunakan Algoritme Genetika. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 2, pp. 2892-2901.
- Eliantara, Felia., Cholissodin, Imam & Indriati. 2016. Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Gizi Keluarga Menggunakan Particle Swarm Optimization. *Jurnal Politeknik Negeri Banjarmasin*, pp.166-179.
- Mahmudy, W. F., 2015. *Dasar-Dasar Algoritme Evolusi*. [pdf] Malang: Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Tersedia di: <<http://wayanfm.lecture.ub.ac.id/files/2016/03/2015-AlgorithmEvolusi-Modul.pdf>> [Diakses 1 September 2018].
- Sanapiah, M. D. S., Setiawan, B. D. & Widodo, A. W., 2018. Optimasi Menu Makanan Atlet Berdasarkan Jadwal Latihan Menggunakan Algoritme Genetika. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 2, pp. 4802-4811.
- Rumah Sakit Citro Mangunkusumo (RSCM) dan Persatuan Gizi (PERSAGI)., 2003. *Penuntun DIIT Anak*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan (Tnp2k), 2017. *100 Kabupaten/ Kota Prioritas Untuk Intervensi Anak Kerdil (Stunting)*. [pdf] Jakarta: Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan. Tersedia