

Penerapan Algoritma Genetika untuk Menghitung Biaya Optimal Komposisi Bahan Makanan pada Penderita *Uric Acid*

F Kurniasari¹, P Andayani^{2*}

Program Studi Informatika, Universitas Internasional Semen Indonesia^{1,2}
fitri.kurniasari15@student.uisi.ac.id¹, puji.andayani@uisi.ac.id^{2*}

diterima: 9 September 2020

direvisi: 2 Maret 2021

dipublikasi: 1 September 2021

Abstrak

Pola makan yang tidak seimbang dengan jumlah asupan protein sangat tinggi menyebabkan tingginya kadar asam urat di dalam tubuh. *Uric Acid* adalah salah satu penyakit yang disebabkan karena tingginya kadar asam urat dalam tubuh manusia. Di Indonesia, *Uric Acid* menjadi salah satu jenis penyakit yang banyak diderita masyarakat Indonesia. Penelitian Angriani(2018) menyebutkan bahwa penyebab tertinggi *uric acid* karena asupan purin yang terlalu tinggi. Bagi sejumlah masyarakat, mengatur menu makanan sehari-hari menjadi hal yang berat. Guna mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini dibuat sistem pemilihan menu bahan makanan untuk penderita *uric acid* dengan algoritma genetika. Pada penelitian ini digunakan 50 bahan makanan dengan masing-masing kandungan gizi (karbohidrat, protein, lemak). Representasi kromosom yang digunakan merupakan permutasi bilangan integer yang memiliki panjang kromosom 15. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa rekomendasi bahan makanan untuk penderita *uric acid* (asam urat) dengan rincian nama bahan makanan, berat, kandungan kalori, kandungan karbohidrat, kandungan protein, kandungan lemak, dan harga. Harga total biaya juga ditampilkan, guna memprediksi biaya yang dikeluarkan.

Kata kunci: algoritma genetika; *uric acid*; komposisi makanan; optimal; harga

Abstract

An unbalanced diet with a very high protein intake causes high levels of uric acid in the body. *Uric Acid* is a disease caused by high levels of uric acid in the human body. In Indonesia, *Uric Acid* is one type of disease that many Indonesians suffer from. Angriani's research (2018) states that the highest cause of uric acid is due to too high purine intake. For several people, managing their daily diet has become a difficult task. To overcome this problem, in this study, a system of selecting food ingredients for uric acid sufferers was developed using a genetic algorithm. In this study, 50 food ingredients were used with their respective nutritional content (carbohydrates, protein, fat). The chromosome representation used is a permutation of an integer number that has a chromosome length of 15. The results obtained from this study are food recommendations for people with uric acid (*uric acid*) with details on the name of food ingredients, weight, calorie content, carbohydrate content, protein content, content. fat, and the price. The total cost price is also displayed, to predict the costs incurred.

Keywords: genetic algorithm; *uric acid*; food ingredients; optimal; prices

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara terbesar di dunia yang penduduknya menderita asam urat, prevalensi penyakit *uric acid* (asam urat) diperkirakan sekitar 1,6-13,6/100.000 orang. Faktor penyebab terjadinya penyakit *uric acid* (asam urat) adalah pola makan yang tinggi kandungan purin dan faktor genetik. Purin adalah protein dari golongan nukleoprotein yang sedikit dibutuhkan oleh tubuh. Umumnya pola makan yang tidak seimbang (jumlah asupan

protein sangat tinggi) menyebabkan tingginya kadar asam urat di dalam tubuh (NURSILMI, 2013).

Menurut (YUNITA, 2018) penyebab utama peningkatan kadar asam urat dalam darah adalah konsumsi makanan mengandung purin secara berlebihan seperti daging, jeroan, kepiting, kerang, polong-polongan, dan keju. Penyakit asam urat terjadi ketika kadar asam urat dalam darah melebihi batas normal. Berdasarkan hasil penelitian laboratorium klinis, kadar asam urat normal wanita 2,4 – 5,7 mg/dl dan untuk pria lebih tinggi yaitu 3,4 – 7,0 mg/dl. Pada anak kadar asam urat berkisar antara 3,0 – 4,0 mg/dl dan setelah pubertas pada pria mencapai 5,2 mg/dl (KUSUMAYANTI, 2014).

Masalah tersebut dapat diatasi dengan mengatur komposisi bahan makanan dengan mengendalikan kadar purin pada penderita asam urat. Bagi orang awam penderita asam urat, mengatur komposisi makanan masih dirasa sulit karena kurangnya pengetahuan mengenai kandungan gizi yang ada pada bahan makanan karena setiap bahan makanan mempunyai kandungan gizi yang berbeda-beda. Selain dari masalah pengetahuan, masalah biaya juga menjadi faktor utama penghambat dalam mengatur komposisi bahan makanan bagi penderita asam urat. Penggunaan konsep optimasi akan menghasilkan suatu keluaran berupa bahan makanan yang sebaiknya dikonsumsi oleh penderita asam urat. Menurut (KAMIL, 2014) optimasi merupakan aktivitas untuk mendapatkan hasil yang terbaik dari pilihan yang tersedia.

Algoritma genetika pernah digunakan dalam beberapa penelitian untuk menyusun komposisi makanan, seperti yang dilakukan oleh Siahaan (2017) yang menggunakan algoritma genetika untuk mendapatkan komposisi makanan yang baik bagi penderita penyakit jantung. Pada penelitian Siahaan memetakan solusi kedalam kromosom permutasi, metode *crossover* yang digunakan adalah *extended intermediate crossover*, untuk metode mutasi yang digunakan adalah *random mutation* dan metode seleksi yang digunakan *elitism selection*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Kartikasari (2017) yang menggunakan algoritma genetika untuk mendapatkan komposisi makanan bagi penderita *hipertensi*. Pada penelitiannya metode *crossover* yang digunakan adalah *one cut point crossover*, metode mutasi yang digunakan adalah *reciprocal exchange mutation*, dan metode seleksi yang digunakan adalah *elitism selection*.

Berdasarkan keberhasilan penerapan algoritma pada permasalahan menyusun komposisi bahan makanan maka pada skripsi ini dilakukan penelitian terhadap optimasi komposisi bahan makanan bagi penderita *uric acid* dengan algoritma genetika. Capaian dari skripsi ini yaitu rekomendasi bahan makanan untuk sehari yang terdiri dari jenis-jenis bahan makanan, berat bahan makanan, kandungan karbohidrat, protein, lemak, dan harga dari setiap bahan makanan. Penelitian ini diharapkan mampu membantu penderita *uric acid* dalam memberikan rekomendasi komposisi bahan makanan dengan biaya paling ekonomis.

2. Kajian Pustaka

Asam urat merupakan sisa hasil akhir metabolisme purin baik yang berasal dari makanan yang dikonsumsi maupun yang berasal dari pemecahan protein tubuh (sel tubuh yang rusak). Penyakit asam urat lebih sering ditemukan pada pria dibanding wanita. Hal ini disebabkan karena pria tidak mempunyai hormon estrogen yang dapat membantu pembuangan asam urat, sedangkan wanita mempunyai hormon estrogen yang dapat membantu pembuangan asam urat (KUSUMAYANTI, 2014). Kadar asam urat dalam darah melebihi 7mg/dl akan menyebabkan asam urat mengendap di sendi atau kulit. Bila kondisi tersebut dibiarkan maka akan terjadi komplikasi lebih lanjut yaitu asam urat akan mengendap di ginjal selanjutnya akan menyebabkan gagal ginjal (PURWANINGSIH, 2010).

Energi merupakan daya atau sumber kemampuan untuk bekerja. Energi tidak dapat rusak melainkan mengalami perubahan bentuk dari suatu bentuk tertentu menjadi bentuk yang lainnya (SIAHAAN, 2017). Energi dapat dihitung salah satunya dengan menggunakan AMB (Angka Metabolisme Basal) atau BMR (*Basal Metabolic Rate*). Adapun rumus untuk menghitung AMB berikut (ALMATSIER, 2008):

a. Pada Laki-laki

$$AMB = 66 + (13.7 \times BB) + (5 \times TB) - (6.8 \times U) \quad (1)$$

b. Pada Perempuan

$$AMB = 655 + (9.6 \times BB) + (1.8 \times TB) - (4.7 \times U) \quad (2)$$

Keterangan :

BB = berat badan dalam kg

TB = tinggi badan dalam cm

U = usia dalam tahun

Setelah diperoleh nilai kebutuhan energi dengan menggunakan AMB, selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan gizi penderita *uric acid* seperti pada persamaan berikut:

$$\text{Kebutuhan karbohidrat} = \frac{60 - 75\% \times \text{energi harian}}{4} \quad (3)$$

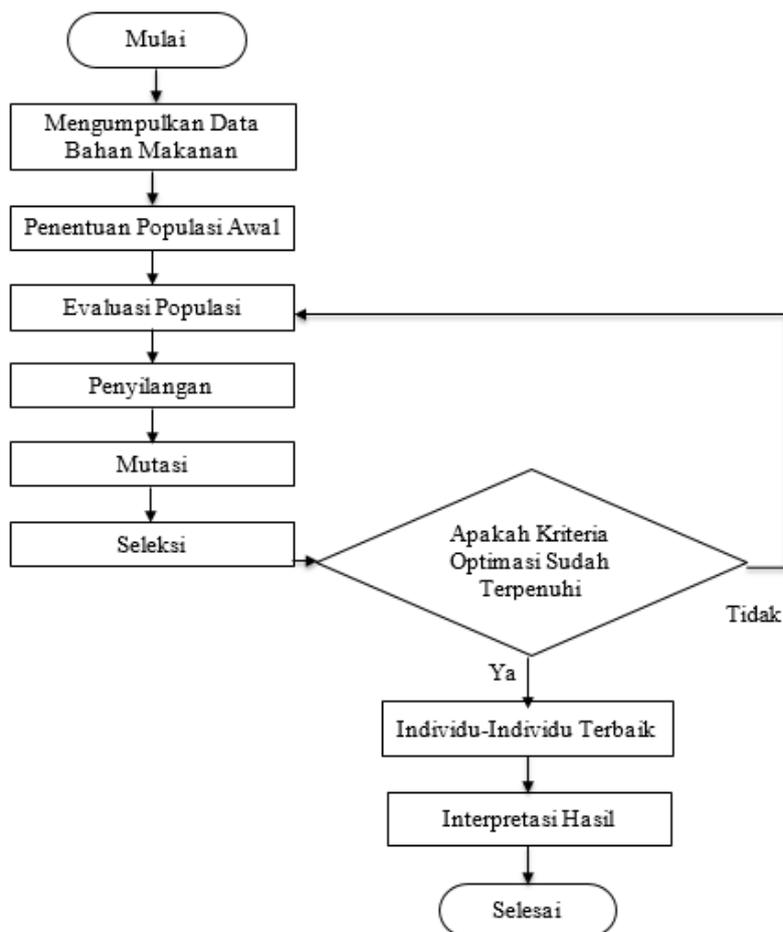
$$\text{Kebutuhan lemak} = \frac{10 - 25\% \times \text{energi harian}}{9} \quad (4)$$

$$\text{Kebutuhan protein} = \frac{10 - 15\% \times \text{energi harian}}{4} \quad (5)$$

Algoritma genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang dikembangkan pada prinsip genetika dan proses seleksi alamiah Teori Evolusi Darwin. Dalam Teori Evolusi Darwin, individu dibentuk secara acak kemudian berkembang biak melalui proses reproduksi sehingga terbentuk sekumpulan individu yang disebut sebagai populasi. Setiap individu mempunyai tingkat kebugaran yang berbeda, tingkat kebugaran ini menentukan individu yang tetap bertahan dalam populasi tersebut. Sebagian individu tetap bertahan hidup dan sebagian lainnya mati. Dalam teori ini dikenal adanya proses seleksi alam, individu yang memiliki tingkat kebugaran yang tinggi saja yang bisa bertahan hidup (ZUKHRI, 2014).

3. Metode Penelitian

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai penyelesaian masalah menggunakan algoritma genetika. Tahapan penyelesaiannya meliputi mengumpulkan data bahan makanan, penentuan populasi awal, evaluasi populasi, penyilangan, mutasi, seleksi, penentuan individu-individu terbaik. Flowchart tahapan pada algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penyelesaian Algoritma Genetika

Berikut merupakan contoh permasalahan dengan memanfaatkan algoritma genetika. Data dari seorang penderita *uric acid* perempuan adalah sebagai berikut, tinggi badan 158 cm, berat badan 50 kg, usia 30 tahun, jenis kelamin perempuan. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung kebutuhan kalori seorang pasien menggunakan rumus AMB.

$$AMB = 655 + (9.6 \times BB) + (1.8 \times TB) - (4.7 \times U)$$

$$= 655 + (13.7 \times 58) + (5 \times 158) - (6.8 \times 30) = 1355.2 \text{ kkal}$$

Setelah diperoleh kebutuhan kalori dari penderita *uric acid*, selanjutnya dihitung kebutuhan karbohidrat, protein, dan lemak

$$\text{Kebutuhan karbohidrat} = \frac{60\% \times 1355.2}{4} = 203.28 \text{ gram.}$$

$$\text{Kebutuhan lemak} = \frac{25\% \times 1355.2}{9} = 37.64 \text{ gram.}$$

$$\text{Kebutuhan protein} = \frac{15\% \times 1355.2}{4} = 50.82 \text{ gram.}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka kebutuhan kalori penderita *uric acid* sebesar 1355.2 kkal, kebutuhan karbohidrat sebesar 203.28 gram, kebutuhan lemak 37.6444 gram, dan kebutuhan protein sebesar 50.82 gram.

Representasi kromosom yang digunakan pada penelitian ini adalah representasi permutasi dengan bilangan integer yang berisi nomor bahan makanan yang akan dikonsumsi. Pada satu kromosom terdapat 15 gen penyusun dengan susunan yang telah ditentukan, yaitu pada 5

gen pertama merupakan komposisi menu bahan makanan pagi, 5 gen kedua merupakan komposisi menu bahan makanan siang serta 5 gen terakhir berisi komposisi menu bahan makanan malam. Masing-masing 5 gen tersebut merepresentasikan makanan 4 sehat 5 sempurna diantaranya karbohidrat, sumber hewani, sayur, buah dan susu. Representasi komponen pada setiap bahan makanan untuk makan pagi, siang dan malam ditunjukkan pada gambar berikut.

Makan Pagi					Makan Siang					Makan Malam				
K	H	SY	B	S	K	H	SY	B	S	K	H	SY	B	S
8	36	31	47	50	1	37	14	42	50	1	36	18	42	50

Gambar 2. Contoh Representasi Kromosom

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Data

Pada penelitian ini kebutuhan bahan makanan diperoleh dari Website Dinas Kesehatan Indonesia. Data yang digunakan dalam penelitian yaitu jenis bahan makanan, berat bahan makanan, jumlah kalori bahan makanan, dan harga bahan makanan. Berikut beberapa daftar bahan makanan yang boleh dikonsumsi oleh penderita *uric acid*.

Tabel 4. 1 Bahan Makanan Penderita *Uric Acid*

No	Bahan Makanan	Berat (gr)	Kalori (kkal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)	Harga (Rp)
1	Beras	50	178.5	38.55	4.2	0.85	550
2	Beras Ketan	50	48.5	10.5	1.01	0.095	800
3	Tepung Beras	50	176.5	40	3.5	0.4	650
4	Tepung Terigu	50	166.5	38.6	4.5	0.5	500
5	Tepung Jagung	50	177.5	36.85	5.6	1.95	800
6	Tepung Sagu	100	354	87.55	0.42	0.05	2100
7	Ubi	100	83	18.8	1.5	0.2	500
8	Kentang	100	36	37.7	1.05	0.1	650
9	Singkong	100	160	38.06	1.36	0.28	500
10	Gembili	50	65.5	15.65	0.55	0.1	500
11	Talas	50	56	13.23	0.75	0.1	600
12	Bihun	50	174	41.05	2.35	0.05	550
13	Jagung Manis	100	86	19.02	3.22	1.18	1500
14	Wortel	100	36	7.9	1	0.6	1000
15	Terong Ungu	100	28	5.5	1.1	0.2	400
16	Labu Siam	100	30	6.7	0.6	0.1	700
17	Lobak	100	28	6.43	0.9	0.1	350
18	Sawi Putih	100	12	2.23	1.1	0.17	1200
19	Sawi Hijau	100	30	5.69	2.45	0.42	1300
20	Tomat	100	18	3.92	0.88	0.2	650
21	Daun Kelor	100	92	14.3	3.1	1.6	1000
22	Jantung Pisang	100	32	7.1	1.2	0.3	860
23	Pare	100	29	6.82	1.12	0.22	1600

24	Daun Pepaya	100	87	11.9	8	2	1500
25	Pepaya Muda	100	26	4.9	2.1	0.1	600
26	Kecipir	100	32	5.8	2.9	0.2	2000
27	Baby Corn	190	80	17	3	0	4700
28	Labu Acar	100	46	7.94	1.08	1.75	1200
29	Labu Kuning	100	26	6.5	1	0.1	1000
30	Kubis	100	24	5.58	1.44	0.12	450
31	Labu Air	100	19	3.8	0.6	0.2	1500
32	Oyong	100	18	4.02	1.08	0.18	1500
33	Makaroni	100	88.25	19.6	2.1	0.1	1600
34	Agar-agar	100	25	5.92	0.01	0.02	3000
35	Telur Puyuh	50	74	0.205	6.5	5.5	1300
36	Telur Ayam	50	73.5	4.38	6.29	4.5	1200
37	Daging Ayam	75	223.5	0	13.6	6	2100
38	Ikan Mujaher	100	169	2.22	24.55	6.92	3500
39	Belut	100	92	0	18.51	1.42	6500
40	Bandeng	100	148	0	20.53	6.73	2300
41	Ikan Mas	100	86	12	10	2	2400
42	Apel	100	52	13.81	0.26	0.17	2500
43	Pir	100	58	15.46	0.38	0.12	2500
44	Pisang	100	120	31.8	1.2	0.2	2200
45	Pepaya	100	46	12.2	0.5	0.14	800
46	Jambu Biji Merah	100	49	12.2	0.9	0.3	600
47	Semangka	100	30	7.55	0.61	0.15	1000
48	Melon	100	34	8.16	0.84	0.19	1000
49	Belimbing	100	36	8.8	0.4	0.4	1600
50	Susu	244	146	11.03	5.86	5.93	3000

4.2 Pembentukan Populasi Awal

Para proses membangkitkan populasi awal akan dibangkitkan 3(tiga) jenis populasi. Pada setiap populasi nilai gen diacak dari angka 1 sampai 50 secara acak. Adapun contoh inialisasi populasi seperti Gambar 3.

P1	8	31	36	47	50	1	37	14	42	50	1	36	18	42	50
P2	7	13	37	43	50	1	15	35	47	50	1	17	37	45	50
P3	11	14	35	49	50	1	21	41	47	50	1	19	35	42	50
P4	2	14	37	48	50	1	31	41	47	50	1	21	38	45	50
P5	3	13	35	45	50	1	22	35	42	50	1	15	37	49	50
P6	3	27	37	45	50	1	21	36	48	50	1	15	41	45	50
P7	4	13	35	44	50	1	22	38	45	50	1	15	36	45	50

Gambar 3. Pembentukan Populasi Awal

Perhitungan nilai fitness dilakukan untuk mengetahui bobot dari masing-masing individu. Nilai fitness ini menunjukkan kualitas dari masing-masing individu. Hasil perhitungan

fitness ini kemudian digunakan untuk masukan proses seleksi untuk mencari individu terbaik yang akan menjadi solusi penyelesaian masalah. Semakin besar nilai fitness yang dimiliki maka semakin baik juga kualitas dari individu tersebut. Untuk menghitung nilai fitness digunakan persamaan (Kamil, 2014)

$$fitness = \frac{1}{(\sum a - b) + 1}$$

Keterangan:

a : Jumlah kalori dalam bahan makanan

b : Kebutuhan kalori penderita *uric acid*

Berdasarkan populasi awal yang ditunjukkan di Gambar 3, maka untuk nilai fitness dari setiap individu sebagai berikut:

Fitness [P1] = 0.0218, Fitness [P2] = 0.0058, Fitness [P3] = 0.0027, Fitness [P4] = 0.0025, Fitness [P5] = 0.0087, Fitness [P6] = 0.0034, dan Fitness [P7] = 0.0029.

Dari hasil perhitungan fitness diatas menunjukkan bahwa nilai fitness populasi 1 [P1] merupakan nilai yang paling besar. Hal ini menunjukkan bahwa populasi 1 [P1] memiliki kemungkinan lebih besar dari populasi yang lain untuk terpilih ke proses selanjutnya.

4.3 Seleksi

Metode seleksi yang digunakan adalah seleksi elitism yaitu memilih calon induk berdasarkan nilai fitness yang dimiliki populasi tersebut. Semakin besar nilai fitness yang dimiliki maka semakin besar kemungkinan populasi itu terpilih sebagai calon induk. Dari perhitungan fitness diatas menunjukkan bahwa populasi 1 [P1] memiliki nilai fitness paling besar, maka populasi 1 [P1] memiliki kemungkinan lebih besar dari populasi lain untuk terpilih sebagai calon induk.

4.3.1 Persilangan

Metode persilangan yang digunakan salah satunya adalah *one-cut point crossover*, langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Membangkitkan nilai random untuk setiap kromosom, nilai random yang dibangkitkan dari 0-1.
R[1] = 0.451, R[2] = 0.211, R[3] = 0.302, R[4] = 0.877, R[5] = 0.771, R[6] = 0.131, dan R[7] = 0.006.
- Maka populasi ke-*k* yang akan dipilih sebagai induk jika $R[k] < pc$ dari bilangan acak R diatas maka yang dijadikan induk adalah populasi 2 [P2], populasi 6 [P6], dan populasi 7 [P7].
- Pilih posisi persilangan dengan membangkitkan bilangan acak 1-3
Populasi[2] = 2, Populasi[6] = 2, dan Populasi[7] = 1.
- Proses persilangan
Offspring[2] = Populas[2] \times Populasi[6]
= [7, 13, 35, 44, 50, 1, 22, 38, 45,50, 1, 15, 36, 45, 50] \times
[3, 14, 37, 43, 50, 1, 15, 35, 47,50, 1, 16, 37, 45, 50]
= [7, 13, 37, 43, 50, 1, 15, 35, 47, 50, 1, 16, 37, 45, 50].
Offspring[6] = Populasi[6] \times Populasi[7]
= [3, 14, 37, 43, 50, 1, 15, 35, 47, 50, 1, 16, 37, 45, 50] \times
[4, 24, 37, 45, 50, 1, 21, 36, 48, 50, 1, 15, 41, 48, 50]
= [3, 14, 37, 45, 50, 1, 21, 36, 48, 50, 1, 15, 41, 48, 50].
Offspring[7] = Populasi[7] \times Populasi[2]

$$= [4, 24, 37, 45, 50, 1, 21, 36, 48, 50, 1, 15, 41, 48, 50] \times < \\ [7, 13, 35, 44, 50, 1, 22, 38, 45, 50, 1, 15, 36, 45, 50] \\ = [4, 13, 35, 44, 50, 1, 22, 38, 45, 50, 1, 15, 36, 45, 50].$$

e. Hasil persilangan

Populasi [1] = [8, 31, 36, 47, 50, 1, 37, 14, 42, 50, 1, 36, 18, 42, 50],
 Populasi [2] = [7, 13, 37, 43, 50, 1, 15, 35, 47, 50, 1, 16, 37, 45, 50],
 Populasi [3] = [9, 14, 35, 49, 50, 1, 21, 41, 47, 50, 1, 19, 35, 47, 50],
 Populasi [4] = [2, 14, 37, 44, 50, 1, 31, 41, 47, 50, 1, 21, 38, 47, 50],
 Populasi [5] = [3, 13, 35, 45, 50, 1, 22, 40, 42, 50, 1, 15, 37, 49, 50],
 Populasi [6] = [3, 14, 37, 45, 50, 1, 21, 36, 48, 50, 1, 15, 41, 48, 50], dan
 Populasi [7] = [4, 13, 35, 44, 50, 1, 22, 38, 45, 50, 1, 15, 36, 45, 50].

4.3.2 Mutasi

Proses mutasi dilakukan dengan cara mengganti satu gen yang terpilih secara acak dengan suatu nilai baru yang didapat secara acak. Langkah-langkah proses mutasi :

a. Dihitung pajang total gen dalam populasi

$$\text{Panjang total gen} = \text{jumlah gen dalam kromosom} \times \text{jumlah populasi} \\ = 15 \times 7 = 105 \text{ gen.}$$

b. Memilih posisi gen yang mengalami mutasi dilakukan dengan cara membangkitkan bilangan integer acak antara 1 sampai total gen, yaitu 1 sampai 105

c. Menghitung jumlah gen yang mengalami mutasi dengan cara mengalikan mutation rate dengan panjang total gen.

$$\text{Jumlah mutasi} = \text{mutation rate} \times \text{panjang total gen} = 0,1 \times 105 = 10.$$

d. Berdasarkan hasil diatas maka terdapat 10 gen yang akan mengalami mutasi. Setelah dibangkitkan bilangan acak terpilih posisi gen 2, 9, 27, 31, 44, 49, 59, 68, 77, 89 yang mengalami mutasi. Oleh sebab itu, yang akan mengalami mutasi adalah populasi ke 1 gen nomor 2, populasi ke 1 gen nomor 9, populasi ke 2 gen nomor 12, populasi ke 3 gen nomor 1, populasi ke 3 gen nomor 14, populasi ke 4 gen nomor 4, populasi ke 4 gen nomor 14, populasi ke 5 gen nomor 8, populasi 6 gen nomor 2, populasi ke 6 gen nomor 14. Maka nilai gen pada posisi tersebut diganti dengan bilangan acak 1 – 50. Bilangan acak yang terbangkitkan adalah 29, 46, 17 11, 42, 48, 45, 35, 27, 45. Maka populasi setelah mengalami mutasi adalah:

Populasi [1] = [8, 29, 36, 47, 50, 1, 37, 14, 46, 50, 1, 36, 18, 42, 50],
 Populasi [2] = [7, 13, 37, 43, 50, 1, 15, 35, 47, 50, 1, 17, 37, 45, 50],
 Populasi [3] = [11, 14, 35, 49, 50, 1, 21, 41, 47, 50, 1, 19, 35, 42, 50],
 Populasi [4] = [2, 14, 37, 48, 50, 1, 31, 41, 47, 50, 1, 21, 38, 45, 50],
 Populasi [5] = [3, 13, 35, 45, 50, 1, 22, 35, 42, 50, 1, 15 37, 49, 50],
 Populasi [6] = [3, 27, 37, 45, 50, 1, 21, 36, 48, 50, 1, 15, 41, 45, 50], dan
 Populasi [7] = [4, 13, 35, 44, 50, 1, 22, 38, 45, 50, 1, 15, 36, 45, 50].

Berdasarkan hasil mutasi diatas selanjutnya dihitung nilai fitness untuk setiap populasi, populasi yang memiliki nilai fitness paling tinggi yang menjadi solusi terbaik. Berikut nilai fitness setelah mutasi:

$$\text{fitness} = \frac{1}{(\sum a - b) + 1}; \text{fitness}[P1] = 0.0200; \text{fitness}[P2] = \text{fitness}[P3] = 0.1724; \\ \text{fitness}[P4] = 0.0074; \text{fitness}[P5] = 0.0037; \text{fitness}[P6] = 0.0024; \text{dan} \\ \text{fitness}[P7] = 0.0051.$$

Berdasarkan nilai fitness di atas diperoleh fitness [P1] sebesar 0.0200, fitness [P2] sebesar 0.0028, fitness [P3] sebesar 0.1724, fitness [P4] sebesar 0.0074, fitness [P5] sebesar 0.0037, fitness [P6] sebesar 0.0024, fitness [P7] sebesar 0.0051. Dari hasil tersebut diperoleh nilai fitness [P3] merupakan nilai fitness paling tinggi, sehingga populasi [3] merupakan solusi terbaik.

4.4 Simulasi

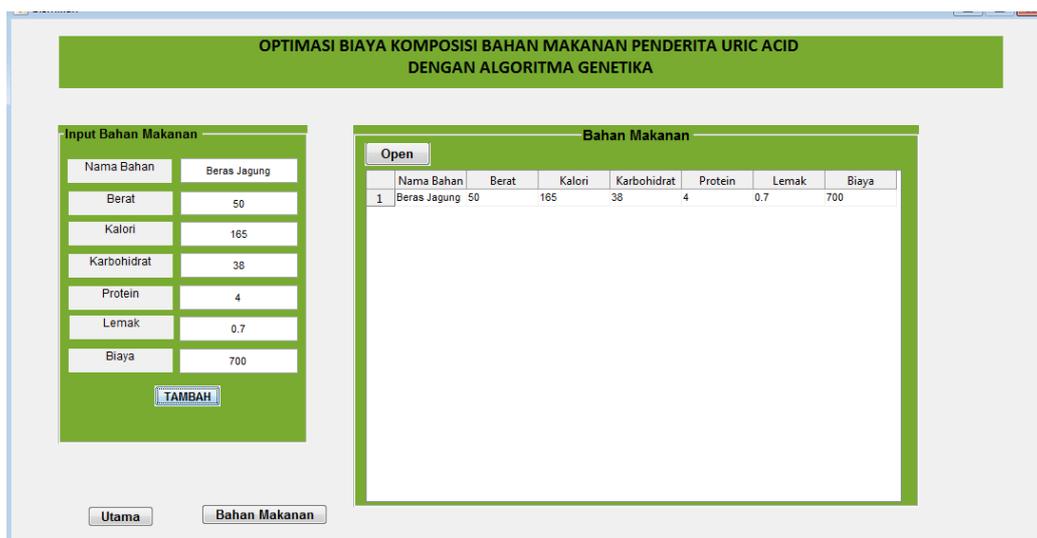
Simulasi merupakan tahapan yang dilakukan setelah memperoleh hasil penjabaran pada penerapan algoritma genetika. Simulasi dilakukan dengan menggunakan software Matlab. Pada tahap simulasi yang sebagai masukan adalah berat badan (dalam kg), usia (dalam tahun), tinggi badan (dalam cm), jenis kelamin. Hasil dari penelitian optimasi biaya komposisi bahan makanan sebagai berikut.

Gambar 4. Tampilan Perhitungan Kebutuhan Kalori

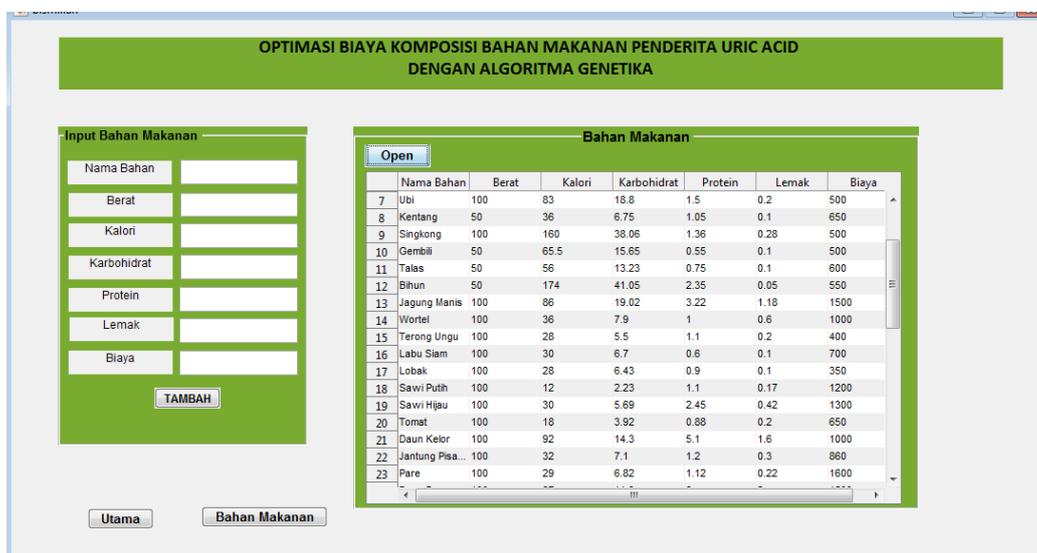
Pada tampilan yang ada pada Gambar 4 berguna untuk melakukan proses perhitungan kebutuhan kalori penderita *uric acid* (asam urat) dengan memasukkan berat badan, usia, tinggi badan, dan usia. Setelah itu klik tombol hasil untuk melihat kebutuhan kalori, karbohidrat, protein, dan lemak yang dibutuhkan. Pada halaman tersebut juga bisa menambahkan bahan makanan dengan klik tombol bahan makanan, maka akan ditampilkan halaman pada Gambar 5.

Gambar 5. Tampilan Halaman Bahan Makanan

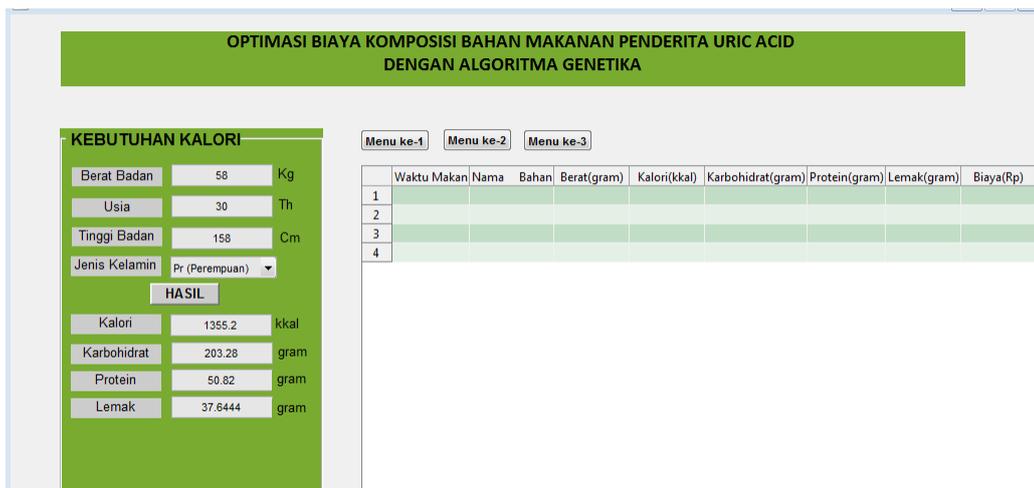
Pada tampilan yang ada pada Gambar 5 berguna untuk menambah data bahan makanan, menampilkan data bahan makanan. Untuk menambah data bahan makanan dilakukan dengan cara mengisi pada panel input bahan makanan, mulai dari nama bahan, berat, kandungan kalori, kandungan karbohidrat, kandungan protein, kandungan lemak, dan biaya. Setelah itu klik tombol tambah, sebagaimana terlihat pada Gambar 6 untuk melihat data bahan makanan dilakukan dengan cara klik tombol open yang ada pada panel bahan makanan sebagaimana terlihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Halaman Bahan Makanan 1



Gambar 7. Halaman Bahan Makanan 2



Gambar 8. Tampilan Perhitungan Kebutuhan Kalori

Berdasarkan tampilan perhitungan kebutuhan kalori yang ada pada Gambar 5 dengan memasukkan berat badan 58 kg, usia 30 tahun, tinggi badan 158 cm, jenis kelamin perempuan didapatkan hasil kebutuhan kalori sebesar 1355.2 kkal, kebutuhan karbohidrat sebesar 203.16 gram, kebutuhan protein sebesar 50.82 gram, kebutuhan lemak sebesar 37.6444 gram.



Gambar 9. Tampilan Rekomendasi Bahan Makanan Menu ke-1

Berdasarkan Gambar 9 diperoleh hasil rekomendasi bahan makanan untuk satu hari dengan komposisi makanan untuk makan pagi terdiri dari talas sebagai sumber makanan pokok, wortel sebagai sayuran, telur puyuh sebagai sumber hewani, belimbing sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Komposisi makan siang terdiri dari beras sebagai sumber makanan pokok, daun kelor sebagai sayur, ikan mas sebagai sumber hewani, semangka sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Komposisi makan malam terdiri dari beras sebagai sumber makanan pokok, sawi hijau sebagai sayuran, telur puyuh sebagai sumber hewani, apel sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Dilengkapi juga dengan berat bahan makanan, kandungan kalori, kandungan karbohidrat, kandungan protein, kandungan lemak, dan biaya yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil tersebut kalori yang terpenuhi sebesar 1360 kkal, karbohidrat yang terpenuhi sebesar 205 gram, protein yang terpenuhi sebesar 56.94 gram, lemak yang terpenuhi sebesar 39.93 gram dengan biaya sebesar Rp 24.100.

OPTIMASI BIAYA KOMPOSISI BAHAN MAKANAN PENDERITA URIC ACID DENGAN ALGORITMA GENETIKA

KEBUHTUAN KALORI

Berat Badan: 58 Kg
Usia: 30 Th
Tinggi Badan: 158 Cm
Jenis Kelamin: Pr (Perempuan)

HASIL

Kalori: 1355.2 kkal
Karbohidrat: 203.28 gram
Protein: 50.82 gram
Lemak: 37.6444 gram

Menu ke-1 Menu ke-2 Menu ke-3

Waktu Makan	Nama Bahan	Berat(gram)	Kalori(kkal)	Karbohidrat(gram)	Protein(gram)	Lemak(gram)	Biaya(Rp)	
1	Makan Pagi	Tepung beras	50	176	40	3.5	0.4	650
2		Jagung manis	100	86	19.02	3.22	1.18	1500
3		Telur puyuh	50	74	0.205	6.5	5.5	1300
4		Pepaya	100	46	12.2	0.5	0.14	800
5		Susu	244	146	11.03	7.86	7.93	3000
6	Makan Siang	Beras	50	178	38.55	4.2	0.85	550
7		Jantung pisang	100	32	7.1	1.2	0.3	860
8		Telur puyuh	50	74	0.205	6.5	5.5	1300
9		Apel	100	49	13.81	0.26	0.17	2500
10		Susu	244	146	11.03	7.86	7.93	3000
11	Makan Malam	Beras	50	178	38.55	4.2	0.85	550
12		Terong	100	28	5.5	1.1	0.2	400
13		daging ayam	75	223	0	13.6	6	3000
14		Belimbing	100	36	8.8	0.4	0.4	1600
15		Susu	244	146	11.03	7.86	7.93	3000
16	Jumlah		1621	225.03	58.76	45.28	24310	

Gambar 10. Tampilan Rekomendasi Bahan Makanan Menu ke-2

Berdasarkan Gambar 10 diperoleh hasil rekomendasi bahan makanan untuk satu hari dengan komposisi makanan untuk makan pagi terdiri dari tepung beras sebagai sumber makanan pokok, jagung manis sebagai sayur, telur puyuh sebagai sumber hewani, pepaya sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Komposisi makan siang terdiri dari beras sebagai sumber makanan pokok, jantung pisang sebagai sayur, telur puyuh sebagai sumber hewani, apel sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Komposisi makan malam terdiri dari beras sebagai sumber makanan pokok, terong sebagai sayur, daging ayam sebagai sumber hewani, belimbing sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Dilengkapi juga dengan berat bahan makanan, kandungan kalori, kandungan karbohidrat, kandungan protein, kandungan lemak, dan biaya yang dibutuhkan. Melalui asil tersebut diperoleh kalori yang terpenuhi sebesar 1621 kkal, karbohidrat yang terpenuhi sebesar 225.03 gram, protein yang terpenuhi sebesar 58.76 gram, lemak yang terpenuhi sebesar 45.28 gram dengan biaya sebesar Rp 24.310.

OPTIMASI BIAYA KOMPOSISI BAHAN MAKANAN PENDERITA URIC ACID DENGAN ALGORITMA GENETIKA

KEBUHTUAN KALORI

Berat Badan: 58 Kg
Usia: 30 Th
Tinggi Badan: 158 Cm
Jenis Kelamin: Pr (Perempuan)

HASIL

Kalori: 1355.2 kkal
Karbohidrat: 203.28 gram
Protein: 50.82 gram
Lemak: 37.6444 gram

Menu ke-1 Menu ke-2 Menu ke-3

Waktu Makan	Nama Bahan	Berat(gram)	Kalori(kkal)	Karbohidrat(gram)	Protein(gram)	Lemak(gram)	Biaya(Rp)	
1	Makan Pagi	Ubi	100	83	38.06	1.3	0.2	500
2		Jagung manis	100	86	19.02	3.22	1.18	1500
3		daging ayam	75	223	0	10.6	6	3000
4		Buah pir	100	58	15.46	0.38	0.12	2500
5		Susu	244	146	11.03	7.86	7.93	3000
6	Makan Siang	Beras	50	178	38.55	4.2	0.85	550
7		Terong	100	28	5.5	1.1	0.2	400
8		Telur puyuh	50	74	0.205	6.5	5.5	1300
9		Semangka	100	30	7.95	0.61	0.15	1000
10		Susu	244	146	11.03	7.86	7.93	3000
11	Makan Malam	Beras	50	178	38.55	4.2	0.85	550
12		Lobak	100	28	6.43	0.9	0.1	350
13		daging ayam	75	223	0	10.6	6	3000
14		Pepaya	100	46	12.2	0.5	0.14	800
15		Susu	244	146	11.03	7.86	7.93	3000
16	Jumlah		1623	230.615	63.75	45.16	24450	

Gambar 11. Tampilan Rekomendasi Bahan Makanan Menu ke-3

Berdasarkan 11 diperoleh hasil rekomendasi bahan makanan untuk satu hari dengan komposisi makanan untuk makan pagi terdiri dari ubi sebagai sumber makanan pokok, jagung manis sebagai sayur, daging ayam sebagai sumber hewani, buah pir sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Komposisi makan siang terdiri dari beras sebagai sumber makanan pokok, terong sebagai sayur, telur puyuh sebagai sumber hewani, semangka sebagai buah,

susu sebagai pelengkap. Komposisi makan malam terdiri dari beras sebagai sumber makanan pokok, lobak sebagai sayur, daging ayam sebagai sumber hewani, papaya sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Dilengkapi juga dengan berat bahan makanan, kandungan kalori, kandungan karbohidrat, kandungan protein, kandungan lemak, dan biaya yang dibutuhkan. Dari hasil tersebut diperoleh kalori terpenuhi sebesar 1623 kkal, karbohidrat terpenuhi sebesar 230.615gram, protein terpenuhi sebesar 63.75 gram, lemak terpenuhi sebesar 45.16gram dengan biaya sebesar Rp 24.450.

Berdasarkan rekomendasi bahan makanan dari menu ke-1, menu ke-2, menu ke-3 diperoleh hasil yang optimal yaitu pada menu ke-1 dengan komposisi makanan untuk makan pagi terdiri dari talas sebagai sumber makanan pokok, wortel sebagai sayuran, telur puyuh sebagai sumber hewani, belimbing sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Komposisi makan siang terdiri dari beras sebagai sumber makanan pokok, daun kelor sebagai sayur, ikan mas sebagai sumber hewani, semangka sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Komposisi makan malam terdiri dari beras sebagai sumber makanan pokok, sawi hijau sebagai sayuran, telur puyuh sebagai sumber hewani, apel sebagai buah, susu sebagai pelengkap. Dari hasil tersebut kalori yang terpenuhi sebesar 1360 kkal, karbohidrat yang terpenuhi sebesar 205gram, protein yang terpenuhi sebesar 56.94 gram, lemak yang terpenuhi sebesar 39.93gram dengan biaya sebesar Rp 24.100.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa biaya komposisi bahan makanan yang optimal untuk penderita *uric acid* dapat dianalisis dengan representasi kromosom. Setiap kromosom terdiri dari 15 gen, dimana setiap gen merepresentasikan nomor dari setiap bahan makanan. Algoritma genetika mampu menyelesaikan permasalahan optimasi biaya komposisi bahan makanan bagi penderita *uric acid* dengan menghasilkan rekomendasi bahan makanan dalam satu hari yang terdiri dari makan pagi, makan siang, makan malam beserta biayanya.

Daftar Pustaka

- [1] E. Angriani, A.P. Dewi, R. Novayelinda. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian gout arthritis masyarakat melayu. *JOM FKp*. 5(2). 683-692. 2018.
- [2] Nursilmi. Pengaruh Pola Konsumsi, Status Gizi, dan Aktivitas Fisik Dengan Kadar Asam Urat Lansia Wanita Peserta Posbindu Sinarsari. *Departemen Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor*, 1(1), 50-62. 2013.
- [3] E.F. Yunita. Hubungan Antara Obesitas, Konsumsi Tinggi Purin, dan Pengobatan terhadap Kadar Asam Urat dengan Penggunaan Allopurinol pada Pasien Hiperurisemia. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*, 7(1), 2-5. 2018.
- [4] G. W. Kusumayanti. Diet Mencegah Dan Mengatasi Gangguan Asam Urat. *Jurnal Ilmu Gizi*, 5(1), 69-78. 2014.
- [5] M. Kamil. Optimasi Penentuan Bahan Pangan Harian Atlet Sepakbola Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Memenuhi Kecukupan Gizi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. 2014.
- [6] E.C. Siahaan. Sistem Rekomendasi Bahan Makanan Bagi Penderita Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma Genetika. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(1). 2017.
- [7] A. Kartikasari, D.E. Ratnawati, T.S. Kusuma. Optimasi Komposisi Makanan untuk Penderita Hipertensi Menggunakan Algoritma Genetika dan Simulated Annealing. *JPTIHK : Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol 1 (11). Hlm. 1236-1243. 2017.

- [8] T. Purwaningsih. Faktor-Faktor Risiko Hiperurisemia (studi kasus di Rumah Sakit Umum Kardinah Kota Tegal). Thesis Book. 2010. Tersedia : http://eprints.undip.ac.id/24334/1/TINAH_PURWANINGSIH.pdf. [Diakses 1 Agustus 2019] .
- [9] E.C. Siahaan. Sistem Rekomendasi Bahan Makanan Bagi Penderita Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma Genetika. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(1), 1-11. 2017.
- [10] S. Almatsier. Penuntun Diet Edisi Baru. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama. 2008.
- [11] Z. Zuhri. Algoritma Genetika. Yogyakarta : penerbit Andi. 2014.
- [12] Rusdiana. Optimasi Penjadwalan Kuliah Menggunakan Metode Algoritma Genetika. *Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*.2014.
- [13] S.S. Jaliana. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Asam Urat Pada Usia 20-44 Tahun Di RSUD Bahteramas Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 2017. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 3(2). 2018.