

# REKOMENDASI MENU HARIAN PENDERITA DIABETES MELITUS DENGAN ALGORITMA DIFFERENTIAL EVOLUTION

Hendry Setiawan<sup>1</sup>, Devina Ariyanti<sup>2</sup>, Paulus Lucky Tirma Irawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung, Jalan Villa Puncak Tidar N-01, Malang, Indonesia

<sup>1</sup>hendry.setiawan@machung.ac.id, <sup>2</sup>devina.ariyanti@gmail.com, <sup>3</sup>paulus.lucky@machung.ac.id

---

## Abstrak

Penyakit Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit turunan dan disebabkan oleh pola hidup yang tidak sehat. Salah satu ciri dari penderita DM yaitu berkurangnya kemampuan tubuh dalam memproduksi insulin untuk mengatur kadar glukosa dalam darah. Penderita DM tidak dapat sembuh, namun dapat melangsungkan kehidupan normal dengan kontrol yang tepat. Kontrol dilakukan melalui olahraga maupun pola makan yang benar untuk menjaga kadar glukosa dalam darah dapat terkendali. Untuk pola makan, dibutuhkan pengetahuan dari ahli gizi yang akan membantu menghitung kebutuhan nutrisi yang diperlukan. Dengan keterbatasan jumlah ahli gizi yang ada, tidak semua penderita dapat mengetahui kebutuhan nutrisi yang tepat untuk dirinya sendiri. Pengembangan rekomendasi nutrisi dilakukan dengan mengadopsi algoritma differential evolution (DE) yang merupakan salah satu algoritma metaheuristik. Dengan input berdasarkan usia, tinggi badan, berat badan, dan jenis kelamin, diperoleh kebutuhan nutrisi dalam kalori, yang diproyeksikan ke dalam protein, lemak dan karbohidrat. Selanjutnya pencarian dimulai dengan penyebaran kebutuhan nutrisi dalam 3 porsi makanan besar (makan pagi, makan siang dan makan malam) serta 2 porsi makanan kecil (snack) yang masuk ke dalam kromosom pada algoritma DE. Untuk mengevaluasi kesesuaian komposisi nutrisi, digunakan fungsi evaluasi yang akan mengontrol kebutuhan kalori, protein, lemak dan karbohidrat. Hasil yang diperoleh dari pengujian algoritma differential evolution dengan setting parameter factor skala (F) sebesar 0,8, probabilitas crossover(0,8), Jumlah dimensi 5, jumlah populasi dalam 1 generasi 10, pada 20 ujicoba didapatkan RMSE sebesar 4,248.

**Kata kunci :** algoritma differential evolution, diabetes mellitus, pencarian nutrisi.

---

## 1. Pendahuluan

Beberapa kasus kematian yang terjadi banyak yang berkaitan dengan adanya penyakit. Penyakit sendiri dapat digolongkan menjadi penyakit menular maupun tidak menular. Untuk penyakit menular seringkali dikaitkan dengan bakteri maupun virus yang penyebarannya sangat pesat seperti halnya virus covid-19. Sedangkan untuk penyakit tidak menular itu dapat disebabkan oleh beberapa faktor misalnya stress, alergi, pola hidup yang tidak sehat, ataupun keturunan. *Diabetes mellitus* (DM) merupakan salah satu penyakit turunan dan dapat juga ditimbulkan karena pola hidup yang tidak sehat. Pola hidup yang tidak sehat terkait dengan konsumsi secara berlebihan makanan dengan kadar lemak yang tinggi, kadar gula yang tinggi, kadar karbohidrat yang tinggi, serta tidak diimbangi dengan olah raga yang cukup sehingga memicu kelebihan berat badan sekaligus berdampak pada peningkatan kadar gula dalam darah. Selanjutnya gejala yang muncul pada penderita DM yaitu cepat lapar, cepat haus, mudah lelah, berat badan

menurun, serta peningkatan frekuensi buang air kecil (Azis et al., 2020)

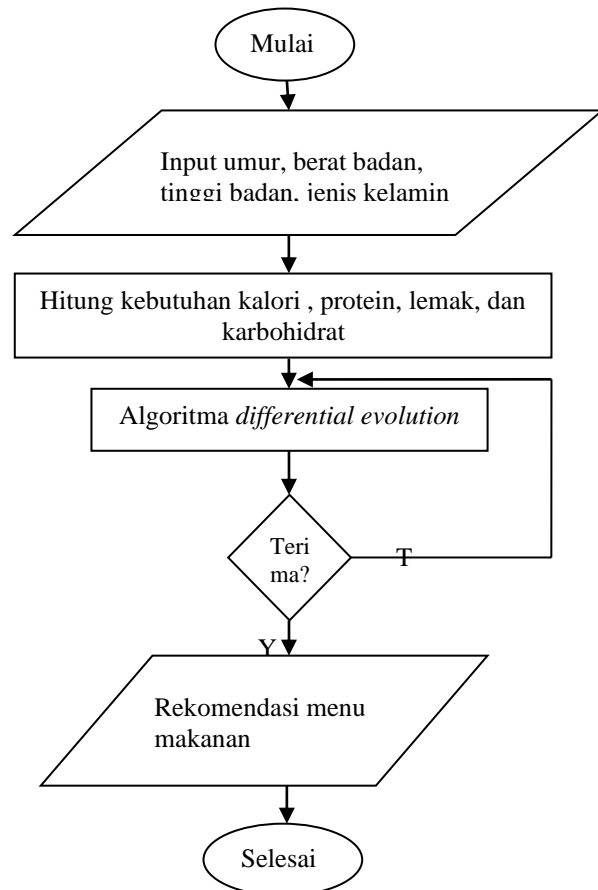
Penderita DM sulit pulih seperti sediakala layaknya orang normal, selain menjadi penyakit menahun, penderita DM tidak terlepas dari terapi obat-obatan supaya menjaga kondisinya tetap optimal (Tampa'i et al., 2021). Untuk mendapatkan kehidupan normal, setidaknya dapat diperoleh dengan kontrol yang tepat. Dua macam kontrol dilakukan dengan pengaturan pola makan yaitu dengan menjaga asupan kalori yang masuk ke dalam tubuh serta olah raga. Beberapa upaya penelitian telah dilakukan untuk mengamati dampak olah raga yang dilakukan seperti lari dan senam yang dilakukan oleh pria dewasa terhadap aktivitas kadar gula dalam darah (Novitasari, 2019). Dalam mengontrol pola makan, selain memperhatikan asupan kalori yang masuk, kontrol terhadap lemak total tetap dibutuhkan agar kadar glukosa dalam darah menjadi normal. Beberapa komposisi tambahan pada menu makanan yang perlu dikontrol selain kalori adalah karbohidrat, lemak, serta protein (Asih & Widyastiti, 2016). Penentuan asupan kalori ini juga menjadi perhatian terkait dengan jenis pekerjaan berbeda

karena membutuhkan asupan kalori yang berbeda pula, seperti yang dilakukan untuk melihat kebutuhan kalori pada pekerja buruh(Hermansyah & Mas'ud, 2018). Selain kebutuhan menentukan jumlah nutrisi yang tepat, keberhasilan kontrol makanan perlu dilakukan penekanan konsistensi jadwal makan serta menu makanan yang dimakan(Hestiana, 2017). Di samping itu upaya untuk mengidentifikasi faktor gisi penderita DM juga dilakukan dengan observasi terkait variabel gula darah, serta karakteristik, aktivitas fisik hingga kekuatan masa otot(Istianah et al., 2020). Beberapa penderita diabetes mellitus (DM) dapat berkonsultasi dengan ahli gizi untuk menghitung kebutuhan nutrisi harian (karbohidrat, lemak, dan protein) yang dibutuhkan. Namun saat ini keberadaan ahli gizi tidak selalu ada pada setiap tempat, sehingga pengetahuan penderita DM semakin sempit..

Dengan kemajuan teknologi saat ini, pendekatan perhitungan kebutuhan kalori bagi penderita DM dapat didekati dengan menggunakan *fuzzy* yang melibatkan 5 variabel input yaitu umur, tinggi badan, berat badan, aktifitas, dan jenis kelamin (Karmiathi, 2016). Untuk melakukan pencarian terhadap makanan dengan sejumlah kalori yang dimiliki dan disesuaikan dengan kebutuhan tubuh dan aktivitas tertentu, telah dilakukan penelitian dengan menggunakan linier programming(Asih & Widyastiti, 2016). Namun pendekatan pencarian kalori masih perlu untuk diterjemahkan dalam perhitungan kebutuhan nutrisi harian, serta pencarian komposisi menu harian yang mendukung kebutuhan nutrisi tersebut. Untuk itu pencarian dilakukan dengan teknik metaheuristik dengan algoritma *differential evolution*. Operator dari algoritma *differential evolution* ini memiliki kesamaan nama dengan algoritma genetika, namun dengan cara kerja yang berbeda. Di samping itu algoritma *differential evolution* ini juga digunakan untuk pencarian jadwal produksi mesin plastik dengan mempertimbangkan beberapa faktor sehingga mampu untuk meminimumkan afal(Setiawan et al., 2018). Untuk menangani permasalahan penentuan alokasi daya optimum pada unit pembangkit sehingga beban total dapat tercapai dengan mempertimbangkan biaya operasional serta kekangan emisi maka digunakan algoritma *differential evolution*(Priatna et al., 2018). Penerapan algoritma DE ini juga dilakukan pada desain paramater PID yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga diesel dan tenaga angin, dengan memanfaatkan fungsi objektif yang berupa minimasi *Time Absolute Error* (Djalal et al., 2018). Oleh karena itu dengan menerapkan Algoritma *Differential Evolution* diharapkan dapat memberikan rekomendasi dalam pencarian kombinasi menu harian berdasarkan kebutuhan protein, lemak dan karbohidrat bagi penderita DM.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan menginputkan 4 variabel yang akan menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan nutrisi yang terdiri dari kalori, protein, lemak dan karbohidrat. Selanjutnya dilakukan pencarian dengan algoritma *differential evolution* untuk mencari kesesuaian total kebutuhan nutrisi yang terdapat pada beberapa menu makanan yang direkomendasikan, *flowchart* yang menjelaskan penelitian ini terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan

Pada gambar 1, diawali dengan menginputkan variable umur, berat badan, tinggi, jenis kelamin untuk menghitung kebutuhan kalori (Utama, 2019) menggunakan rumus kebutuhan kalori untuk menyusun penjualan makanan sehat yaitu :

- 1) Untuk Pria
 
$$h = 66.4730 + 13.7516w + 5.0033s - 6.7550a$$
 (1)
- 2) Untuk Wanita
 
$$h = 655.0955 + 9.5634w + 1.8496s - 4.6756a$$
 (2)

dimana:

$h$  = kebutuhan energi (kalori)

$w$  = *weight*, masa (kilogram)

$s$  = *stature*, tinggi (centimeter)

a = age, umur (tahun)

Dalam mengkonversikan kalori ke dalam nutrisi yang diinginkan menggunakan rentan protein, lemak dan karbohidrat yang dijelaskan dalam (Rahmasari, 2019) dengan tetapan sebagai berikut:

- 1) Protein=  $h.15\%$
- 2) Lemak=  $h.25\%$
- 3) Karbohidrat=  $h.60\%$

Selanjutnya untuk pembagian makanan dibagi ke dalam 3 porsi besar dan 3 porsi kecil sesuai dengan (Kumalasari, Juniarsana, & Suantara, Agustus 2013), dimodifikasi dengan 2 porsi kecil yang terbagi dalam:

- 1) makan pagi (20%)
- 2) makan siang (30%)
- 3) makan malam (25%)

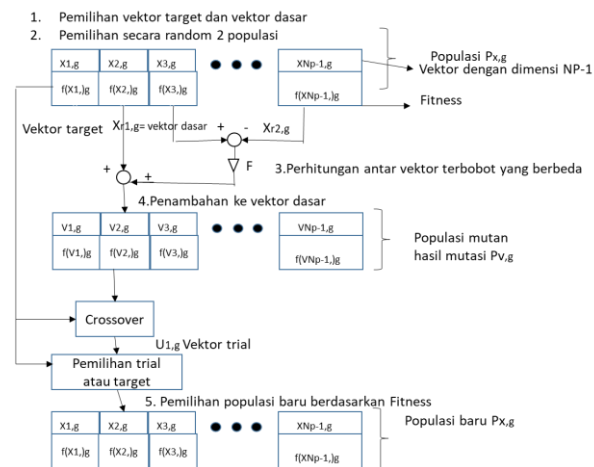
2 porsi kecil untuk selingan (masing-masing 12,5%). Pencarian menu makanan dilakukan pada website dengan mempertimbangkan kandungan nutrisi yang ada untuk tiap penyajiannya.

Algoritma *Differential evolution* (DE) merupakan salah satu algoritma metaheuristik yang menggunakan metode pencarian stokastik serta berdasarkan populasi (*population based search*). Algoritma DE serupa dengan *Evolutionary Algorithms(EA)*, namun terdapat perbedaan terkait dengan jarak serta arah populasi yang berdampak pada pencarian solusi terbaik. Karena Algoritma DE ini serupa bahkan merupakan salah satu algoritma *evolutionary*, maka pembentukan variasi pada tiap generasi akan dibangkitkan dari operasi *crossover* maupun operasi mutasi. Pembangkitan solusi yang diwakili dalam populasi pada algoritma DE didasarkan untuk mencapai minimasi suatu fungsi tertentu. Perbedaan algoritma DE dengan EA (Paillin, 2021)

- Mutasi dilakukan untuk membangkitkan *trial vector*, dimana selanjutnya *trial vector* ini akan digunakan pada proses *crossover* sehingga menghasilkan suatu keturunan
- *Stepsize* dalam mutasi tidak diambil dari distribusi populasi yang sudah diketahui.

Dalam DE, *stepsize* dalam mutasi dipengaruhi oleh perbedaan antara individu dalam populasi sekarang, hal itulah yang membuat algoritma DE menjadi unik. Titik-titik akan dibangkitkan secara *acak* sebagai titik awal. Kemudian perlu dilakukan pembatasan nilai-nilai (batas atas maupun batas bawah) yang memungkinkan nilai variabel yang dicari berada dalam jangkauan tersebut. Pembangkitan populasi awal harus memperhatikan batas atas dan batas bawah yang telah dibuat. Setiap vektor (dari titik-titik dalam populasi) diberi indeks untuk menandai posisinya.

Secara umum langkah-langkah dalam algoritma DE seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Differential Evolution

Sesuai dengan *flowchart* pada gambar 2 tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan inialisasi untuk memilih *target vector*. Langkah berikutnya adalah memilih 3 *base vector* yang berbeda satu sama lain untuk membentuk *mutant vector*. Setelah terbentuk mutant vector kemudian vektor tersebut disilangkan dengan *target vector* pada proses *crossover* untuk menghasilkan *trial vector*. Tahap berikutnya adalah memilih antara *trial vector* atau *target vector* yang nanti akan digunakan untuk generasi berikutnya.

Sebelum dilakukan inialisasi vektor variabel yang dicari, terlebih dahulu ditentukan batas atas ( $b_U$ ) dan batas bawah ( $b_L$ ) (Setiawan et al., 2018). Batas atas dan batas bawah akan digunakan sebagai langkah awal untuk membangkitkan individu sesuai dengan batasan yang telah ditentukan. Sebagai contoh, dengan variabel generasi ke 0, variabel ke  $j$  dan vektor ke  $i$  bisa diwakili dengan notasi berikut:

$$X_{j,i,0} = rand_j(0,1) \cdot (b_{j,U} - b_{j,L}) + b_{j,L} \quad (3)$$

dimana:

- $j$ : parameter yang merepresentasikan dimensi
- $i$ : vektor yang merepresentasikan index individu
- $x_{j,i,0}$ : nilai parameter ke  $j$  dari vektor individu  $i$

dalam generasi 0

$rand_j(0,1)$ : generate nilai *acak* antara 0 dan 1 untuk

parameter ke  $j$

$b_{j,U}$ : batas atas parameter  $j$

$b_{j,L}$ : batas bawah parameter  $j$

Setelah diinisialisasi, DE akan melakukan mutasi dan kombinasi populasi awal untuk menghasilkan populasi dengan ukuran  $Np$  vektor percobaan. Dalam DE, mutasi dilakukan dengan cara menambahkan perbedaan dua vektor terhadap vektor ketiga yang telah dipilih secara *acak*. Persamaan berikut akan menunjukkan bagaimana

memilih vektor secara *acak* untuk membuat vektor mutan,  $v_{i,g}$ . (Kurnia & Ernawati, 2021)

$$V_{i,g} = X_{r0,g} + F(X_{r1,g} - X_{r2,g}) \quad (4)$$

dimana:

- $v_{i,g}$  : vektor mutan
- $F$  : nilai mutasi antara 0 sampai dengan 1
- $x_{r0,g}$  : vektor 1 yang digenerate secara *acak*
- $x_{r1,g}$  : vektor 2 yang digenerate secara *acak*
- $x_{r2,g}$  : vektor 3 yang digenerate secara *acak*

Penentuan vector mutan melibatkan perbedaan dua vektor yang dipilih secara *acak* dan diskala terlebih dahulu sebelum ditambahkan dengan vektor ketiga,  $x_{r0,g}$ . Faktor skala  $F \in (0,1+)$  bernilai riil

positif untuk mengendalikan tingkat pertumbuhan populasi. Nilai F berupa bilangan riil positif berapapun, dengan nilai efektif sebagian besar kurang dari 1. Indeks vektor basis,  $r_0$ , dapat ditentukan dengan berbagai cara. Tetapi dalam penelitian ini digunakan cara *acak* yang berbeda dengan indeks untuk vektor target,  $i$ . Selain berbeda satu sama lain dan berbeda indeks untuk vektor basis dan vektor target, indeks vektor selisih  $r_1$  dan  $r_2$ , juga dipilih sekali per mutan.

Untuk melengkapi *differential mutation*, DE juga melakukan *crossover*. Crossover digunakan untuk menambah variasi hasil biaya produk jadi dengan cara menyilangkan bahan baku mentah terhadap produk jadi (Turang & Astari, 2018). Pada tahap ini DE menyilangkan setiap vektor,  $x_{i,g}$ , dengan vektor mutan,  $v_{i,g}$ , untuk membentuk vektor hasil persilangan,  $u_{i,g}$ , dengan formula.

$$U_{i,g} = U_{j,i,g} = \begin{cases} V_{j,i,g} & \text{if } rand_j(0,1) \leq Cr \text{ or } j = J_{rand} \\ X_{j,i,g} & \end{cases} \quad (6)$$

Keterangan:

- $u_{i,g}$  : trial vector
- $u_{j,i,g}$  : trial parameter

$v_{j,i,g}$  : nilai parameter ke  $j$  dari vektor mutan

$x_{j,i,g}$  : nilai parameter ke  $j$  dari vektor individu

$j_{rand}$  : acak index parameter  $j$

Probabilitas *crossover*,  $Cr \in (0,1)$  adalah nilai yang didefinisikan untuk mengendalikan fraksi nilai variabel yang disalin dari mutan.

Jika trial vektor,  $u_{i,g}$ , mempunyai nilai fungsi tujuan yang lebih kecil dari fungsi targetnya,  $x_{i,g}$

maka  $u_{i,g}$  akan menggantikan posisi  $x_{i,g}$  dalam populasi pada generasi berikutnya. Jika terjadi sebaliknya, vektor target akan tetap pada posisinya dalam populasi.

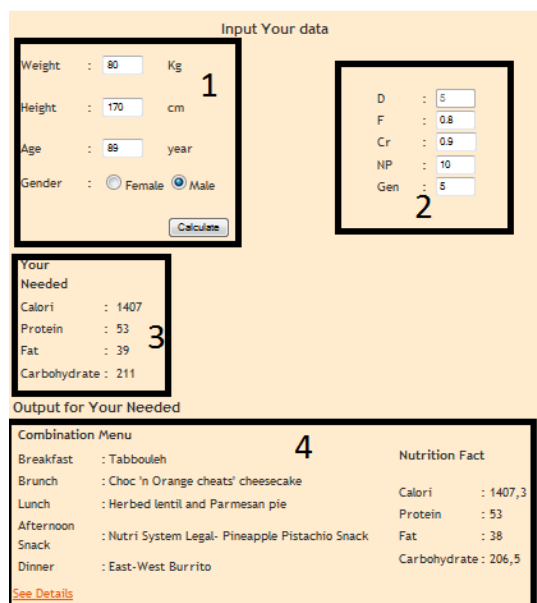
$$X_{i,g+1} = \begin{cases} U_{i,g} & \text{if } f(U_{i,g}) \leq f(X_{i,g}) \\ X_{i,g} & \end{cases} \quad (5)$$

Setelah populasi baru didapatkan, proses mutasi, rekombinasi dan pemilihan diulang sampai nilai optimal dicapai, atau sampai memenuhi kriteria terminasi yang diinginkan, misalnya, jumlah generasi mencapai maksimum,  $g_{max}$ .

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengembangan software dilakukan berbasis web dan dihasilkan seperti pada gambar 3. Untuk perhitungan kebutuhan nutrient maka data yang diinput adalah *weight, height, age, gender*. Sedangkan untuk default dari algoritma *differential evolution* ini dengan nilai D sebesar 5 menyatakan 5 dimensi untuk 3 porsi besar dan 2 porsi kecil, sedangkan untuk F menyatakan scaling factor, untuk membentuk vektor mutan dengan nilai yang dapat diinput. Dalam pengujian digunakan F bernilai 0,8, supaya terlihat perbedaan dari vektor pertama. Sedangkan Cr adalah untuk probabilitas crossover yang memiliki rentan 0 hingga 1. Dalam pengujian diberikan nilai 0,9 dengan pertimbangan semakin banyak vektor mutan yang akan terpilih daripada vektor mula-mula, NP untuk menyatakan banyaknya vektor dalam satu populasi dengan input pengujian sebesar 10, dan Gen menyatakan banyaknya generasi/iterasi yang akan dilakukan dengan input pengujian sebesar 10. Untuk penentuan input nilai NP maupun Gen dilakukan dengan pertimbangan hasil yang diperoleh dari perhitungan DE masih mendekati dengan kebutuhan nutrisi yang diperlukan. Pada gambar 3 terlihat hasil perhitungan kebutuhan akan nampak pada blok 3, sedangkan pada blok 4 menyatakan hasil pencarian kombinasi dari berbagai menu makanan yang mengisi 3 porsi besar dan 2 porsi kecil, beserta total nutrient yang direkomendasikan.

Untuk penentuan resep masakan maupun snack yang sesuai dengan kebutuhan penderita *diabetes melitus*, diambil dari beberapa sumber website yaitu : <https://diabeticgourmet.com/recipes> dan <https://recipes.sparkpeople.com/>. Pemilihan dari kedua sumber tersebut didasari dengan adanya informasi terkait kebutuhan nutrisi dari tiap penyajian bahan-bahan yang diperlukan dan cara mengolah makanan tersebut.



Gambar 3. Menu Input

Pengujian dilakukan untuk wanita berusia 21 tahun dengan berat badan 55 kg dan tinggi badan 200 cm, maka didapati perhitungan kebutuhan kalori sebesar 1424 Cal, protein 53 gram, lemak 40 gram, karbohidrat 214 gram. Dengan pencarian menggunakan algoritma differential evolution didapatkan hasil pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Komposisi Nutrisi

No.	F	Cr	NP	GEN	Kalori(cal)	Protein(gram)	Lemak(gram)	Karbohidrat(gram)
1	0.8	0.9	10	10	1425	50	40	219
2	0.8	0.9	10	10	1424	56,7	42,1	216,3
3	0.8	0.9	10	10	1419	54	40	214
4	0.8	0.9	10	10	1425	56	41	215
5	0.8	0.9	10	10	1427	54	40	214

Dari 5 kombinasi rekomendasi komposisi nutrisi tersebut diarahkan ke dalam menu yang sesuai untuk penyajian 3 porsi besar dan 2 porsi kecil seperti yang terdapat pada tabel 2.

Tabel 2 Rekomendasi Menu dalam sehari dengan Algoritma DE

No.	Sarapan	Selingan Siang	Makan Siang	Selingan Sore	Makan Malam
1	East-West Burrito	Banana Split Cake Roll	Choholate, sultana and Cinnamon on rice pudding	Wonderfully simple cake	Choholate, sultana and Cinnamon rice pudding
2	Spicy chickpeas, spinach and potatoes	Yummy chocolate crunch snack	Choholate, sultana and Cinnamon on rice pudding	Irish soda bread	Adrian Leon's Grilled Hanger Steak served with

No.	Sarapan	Selingan Siang	Makan Siang	Selingan Sore	Makan Malam
					bobemarromarmalade
3	Tabbaleh	Chocolate caramel-peanut crunch pie	Choholate, sultana and Cinnamon on rice pudding	Tasty layered potatoes	Buffalo Soft Tacos
4	Cincinnati-style chili Casserole	Pecan and white chocolate brownie	Choholate, sultana and Cinnamon on rice pudding	Saag Aloo	Spicy chickpeas, spinach and potatoes
5	Eliche Pasta with sun-dried tomato dressing	Tasty layered potatoes	Buffalo soft tacos	Double-Berry Cooler	Tabbouleh

Pengujian selanjutnya dilakukan sebanyak 20 orang yang berbeda dengan  $F = 0.8$ ,  $Cr = 0.9$ ,  $NP = 10$  dan  $Gen = 10$  maka didapatkan hasil pada tabel 3. Dalam pengujian ini tidak melibatkan konfirmasi dari pakar, namun didasarkan pada kesesuaian kebutuhan kalori dari hasil perhitungan yang didapatkan. Dari perbandingan yang diperoleh antara kebutuhan nutrisi dan pencarian dengan DE didapati selisih maksimal dan minimal untuk kalori adalah +4 dan -4, sedangkan untuk protein adalah +3 dan -5, untuk lemak adalah +7,6 dan -4, dan untuk karbohidrat adalah +4,5 dan -6. Untuk mencari kesesuaian hasil pencarian DE yang terdapat pada kalori, protein dan karbohidrat digunakan *root mean square error* (RMSE) dari 20 data percobaan sebesar 4,248.

Besarnya rata-rata selisih yang diperoleh dari DE, bergantung dengan banyaknya variasi data menu makanan beserta kandungan nutrisi di dalamnya. Semakin banyak variasi dan semakin detail nutrisi yang dimilikinya dapat membantu pencarian DE lebih baik.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Implementasi pencarian menu harian untuk penderita diabetes mellitus dengan memanfaatkan algoritma differential evolution telah berhasil dikembangkan. Dengan pencarian berdasarkan input usia, berat badan, tinggi badan dan jenis kelamin dapat diketahui kebutuhan nutrisi yang ada sehingga dapat disesuaikan ke dalam kalori, protein, lemak dan karbohidrat. Kesesuaian perhitungan kebutuhan nutrisi dengan pencarian komposisi menu makanan dari algoritma differential evolution memiliki RMSE

sebesar 4.248 dengan pengaturan F sebesar 0,8, CR sebesar 0,9, NP sebesar 10 dan N sebesar 10.

Untuk pengembangan penelitian kedepan, yaitu mendapatkan nilai akurasi yang paling sesuai, dengan pencarian menggunakan algoritma

metheuristik yang lain. Selanjutnya keleluasaan pencarian solusi makanan dapat diperbesar dengan penambahan keberagaman jenis makanan dan snack berdasarkan lokasi tertentu.

Tabel 3 Pencarian dengan Differential Evolution.

No	BB	TB	Age	JK	Kebutuhan Nutrisi				Pencarian dengan DE				Akar Error Kuadrat
					kalori	protein	lemak	Karbo	kalori	protein	lemak	Karbo	
1	45	190	80	P	1088	41	30	163	1086	40,4	30,8	162,9	2.238303
2	60	161	24	w	1392	52	39	209	1394	52	39	210	2.236068
3	30	190	56	w	1003	38	38	150	1003,5	37,9	30,4	152,7	8.08146
4	30	148	18	w	1110	42	31	166	1110	43	33	168	3
5	44	170	23	w	1254	47	35	188	1250	46,4	34,2	194	7.28011
6	76	189	40	P	1780	67	49	267	1781	72	50	266	5.291503
7	50	183	33	w	1291	48	36	194	1291	45	38	193	3.741657
8	47	172	28	P	1380	52	38	207	1384	52	39	205	4.582576
9	34	142	12	P	1160	44	32	174	1164	42	31	175	4.690416
10	77	175	31	w	1546	58	43	232	1545	60	45	233	3.162278
11	66	200	24	w	1516	57	42	227	1514	55	43	229	3.605551
12	45	161	67	w	1046	39	29	157	1046	38	27,4	152,5	4.879549
13	55	167	87	P	1063	40	30	159	1063	39	30	164	5.09902
14	41	153	29	w	1172	44	33	176	1173	46	34	178	3.162278
15	41	170	29	P	1280	48	36	192	1279	49	39	193	3.464102
16	32	110	12	P	973	36	27	146	969	36,4	26,9	148,3	4.632494
17	55	161	21	w	1358	51	38	204	1360	50	42	203	4.690416
18	55	161	21	w	1358	51	38	204	1361	54	38	204	4.242641
19	55	173	29	P	1487	56	41	223	1485	57	44,2	222,8	3.908964
20	60	180	25	P	1618	61	45	243	1616	60,9	46,3	241,2	2.989983
<b>RMSE</b>													<b>4,248</b>

**Daftar Pustaka:**

Asih, L. D., & Widyastiti, M. (2016). Meminimumkan Jumlah Kalori di Dalam Tubuh dengan Memperhitungkan Asupan Makanan dan Aktivitas Menggunakan Linear Programming. *Ekologia*, 16(1), 38–44.

Azis, W. A., Muriman, L. Y., & Burhan, S. R. (2020). Hubungan Tingkat Pengetahuan dengan Gaya Hidup Penderita Diabetes Mellitus. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(1), 105–114. <https://doi.org/10.37287/jppp.v2i1.52>

Djalal, M. R., Ali, M., Nurohmah, H., & Ajiatmo, D. (2018). Aplikasi Algoritma Differential Evolution untuk Desain Optimal Load Frequency Control pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Angin dan Diesel. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(5), 511. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201855430>

Hermansyah, M., & Mas'ud, M. I. (2018). Penentuan Menu Makanan Dalam Pemenuhan Kebutuhan Kalori Buruh Pabrik Dengan Analisis Detak Jantung. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v7i1.2371.11-20>

Hestiana, D. W. (2017). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kepatuhan Dalam Pengelolaan Diet Pada Pasien Rawat Jalan

Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Kota Semarang. *Journal of Health Education*, 2(2), 137–145. <https://doi.org/10.15294/jhe.v2i2.14448>

Istianah, I., Septiani, S., & Dewi, G. K. (2020). Mengidentifikasi Faktor Gizi pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di Kota Depok Tahun 2019. *Jurnal Kesehatan Indonesia (The Indonesian Journal of Health)*, X(2), 72–78.

Karmiathi, N. M. (2016). Penentuan Kebutuhan Kalori Harian Pada Penderita Diabetes Dengan Fuzzy Logic Metode Mamdani. *Logic : Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi*, 16(Vol 16 No 3 (2016): November), 186. <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/LOGIC/article/view/237>

Kurnia, A., & Ernawati, D. (2021). Perencanaan Rute Distribusi Yang Optimal Dengan Metode Algoritma Differential Evolution (De) Pt. Xyz. *Juminten*, 2(4), 73–84. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i4.244>

Novitasari, A. E. (2019). Efektifitas Aktivitas Olahraga Lari Dan Senam Terhadap Kadar Gula Darah Sewaktu Pada Pria Dewasa. *Jurnal Sains Vol.9 No.17*, 9(17), 17.

Pailin, D. B. (2021). PENERAPAN ALGORITMA DIFFERENTIAL EVOLUTION UNTUK PENYELESAIAN PERMASALAHAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP) (Studi Kasus: PT. Paris

- Jaya Mandiri). *ALE Proceeding*, 2(April), 147–153.  
<https://doi.org/10.30598/ale.2.2019.147-153>
- Priatna, Y. A., Elektro, J. T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2018). *Economic Dispatch Unit Pembangkit Termal Memperhitungkan Kekangan Emisi Lingkungan Menggunakan Metode Differential Evolutionary Algorithm (Dea)*. 2018(November), 205–210.
- Rahmasari. (2019). Efektivitas momordica carantia (pare) terhadap penurunan kadar glukosa darah. *Jurnal Ilmiah Rekam Medis Dan Informatika Kesehatan*, 9(1), 57–64.
- Setiawan, H., Tan, D. F., & Prilianti, K. R. (2018). Implementasi Differential Evolution untuk Optimasi Jadwal Produksi. *Jurnal Buana Informatika*, 9(2), 127.  
<https://doi.org/10.24002/jbi.v9i2.1716>
- Tampa'i, R., Sumombo, J., Hariyadi, H., & Lengkey, Y. (2021). Gambaran Drug Related Problems (DRPs) pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Tuminting. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 11(1), 49–55.  
<https://doi.org/10.22435/jki.v11i1.3499>
- Turang, D. A. O., & Astari, S. R. (2018). Sistem Manajemen Inventory Menggunakan Algoritma Differential Evolution. *Seminar Nasional Informatika 2018 (SemnasIF 2018)*, 2018(November), 1–12.
- Utama, D. . (2019). *Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Makanan Sehat Berdasarkan Perhitungan Kalori Menggunakan Bmr Pada Rumah Sakit Islam Jemursar*. 09(03), 1–9.

