ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

Karakteristik Menu Makanan pada Penderita Diabetes Melitus Berdasarkan Kandungan Gizi dan Harga Makanan Menggunakan Analisis Biplot dan Analisis Klaster

Irmeilyana
Jurusan Matematika
Universitas Sriwijaya
Indralaya, Indonesia
imel_unsri@yahoo.co.id

Mirza Denia Putri
Alumni *Jurusan Matematika*
Universitas Sriwijaya
Indralaya, Indonesia
putrimirza92@ymail.com

Indrawati
Jurusan Matematika
Universitas Sriwijaya
Indralaya, Indonesia
iin10juni@gmail.com

***Abstrak*—Penderita diabetes melitus (DM) memiliki kadar glukosa darah sebesar ≥ 200 mg/dl. Untuk menjaga kestabilan kadar glukosa darah penderita DM, perlu diperhatikan karakteristik dalam menu makanan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dan pengelompokan menu makanan pada penderita DM tipe 2 berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan. Analisis statistika yang diterapkan untuk mencapai tujuan penelitian ini adalah analisis biplot dan analisis klaster. Pengelompokan dan karakteristik menu makanan berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan dari hasil analisis biplot dan analisis klaster sebagian besar sama. Berdasarkan hasil analisis biplot diperoleh karakteristik bahwa kelompok yang mempunyai karbohidrat tinggi adalah mayoritas menu makanan berupa buah-buahan. Kelompok menu makanan yang memiliki kalori dan harga yang relatif tinggi adalah mayoritas berbahan dasar ikan. Kelompok menu makanan yang memiliki lemak cenderung rendah adalah mayoritas berbahan dasar sayuran. Kelompok menu makanan yang berprotein tinggi adalah mayoritas berbahan dasar tahu dan daging ayam. Berdasarkan hasil analisis klaster diperoleh 5 kelompok menu makanan, yaitu kelompok 1 adalah daging bb bistik yang mempunyai karakteristik yang berbeda dari menu lainnya, kelompok 2 mayoritas menu makanan yang berupa buah-buahan, kelompok 3 mayoritas menu makanan yang berbahan dasar daging ikan, kelompok 4 mayoritas menu makanan yang berbahan dasar sayuran dan buah-buahan, dan kelompok 5 mayoritas menu makanan yang berbahan dasar tahu dan daging ayam.**

Kata Kunci :— Diabetes Melitus Tipe 2, Analisis Biplot, Analisis Klaster, Kelompok Menu Makanan Penderita DM.

I. PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) adalah kumpulan gejala yang timbul pada seseorang yang mengalami peningkatan kadar gula (glukosa) darah akibat kekurangan hormon insulin secara absolut atau relatif. Ada banyak hal yang dapat membantu proses penyembuhan DM, salah satunya dengan pelaksanaan diet yang disertai dengan latihan jasmani dan perubahan perilaku tentang makanan [1].

Makanan adalah salah satu kebutuhan makhluk hidup yang ada termasuk manusia. Bagi seorang penderita penyakit, makanan dapat menjadi faktor penentu dalam proses penyembuhan dan pemulihan. Oleh karena itu, penderita penyakit membutuhkan menu makanan yang sesuai dengan penyakit yang dideritanya. Begitu juga halnya dengan penderita penyakit DM, pengaturan menu makanan adalah usaha pasien dalam menjaga menu makanan sehingga glukosa darah dalam pasien pada tingkat normal.

Pada penderita DM memiliki kadar glukosa darah sebesar ≥ 200 mg/dl. Tingginya glukosa darah dipengaruhi oleh tingginya asupan energi dari makanan yang melebihi kebutuhan tubuh dan tidak seimbangnya asupan energi, karbohidrat, lemak dan protein. Untuk menjaga kadar gula darah penderita DM agar bisa stabil, perlu diperhatikan kandungan gizi dalam menu makanan yang sesuai dengan kebutuhannya.

Dalam memperhatikan menu makanan pada penderita DM khususnya di Rumah Sakit Dr. Mohammad Hoesin Palembang, dapat diketahui karakteristik menu makanan pada penderita DM berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan. Perbedaan kelas rawat inap dapat menjadi faktor penentu pada perbedaan harga makanan dan ada empat kandungan gizi yang perlu diperhatikan pada menu makanan pasien penderita DM yaitu kandungan kalori, protein, lemak, dan karbohidrat. Deskripsi karakteristik akan diperoleh gambaran yang lebih terinci dalam pemetaan karakteristik menu makanan.

Dengan analisis biplot dapat dipetakan karakteristik menu makanan penderita DM yang ditinjau dari kandungan gizi dan harga makanan. Analisis Biplot merupakan salah satu bentuk Analisis Peubah Ganda

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

(APG) yang dapat memberikan gambaran secara grafik tentang keragaman peubah, kedekatan antar objek serta keterkaitan peubah dengan objek [2]; [3]; [4].

Untuk mengelompokkan menu makanan menjadi beberapa kelompok berdasarkan pengukuran kandungan gizi dan harga makanan dapat menggunakan analisis klaster. Analisis klaster adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengelompokkan objek menjadi beberapa kelompok berdasarkan pengukuran peubah yang diamati, sehingga diperoleh kemiripan objek dalam kelompok yang sama dibandingkan antar objek dari kelompok yang berbeda [5].

Beberapa penelitian terdahulu mengenai menu makanan pada penderita DM pernah dilakukan, diantaranya [6] meneliti penggunaan metode *Goal Programming* dalam perencanaan diet diabetes melitus berupa rekomendasi jumlah bahan pangan yang sebaiknya dikonsumsi oleh penderita DM berdasarkan standar diet yang ada. [7] meneliti optimalisasi kebutuhan gizi pada menu makanan penderita diabetes melitus dengan metode *Branch and Bound* dalam pengaturan menu makanan yang mengharuskan terpenuhinya kandungan gizi tertentu untuk pasien DM dengan biaya seminimal mungkin. Selain itu, dalam penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa penderita DM tanpa melakukan aktivitas olahraga lebih banyak menu sayuran sedangkan menu penderita yang melakukan aktivitas olahraga lebih banyak kombinasinya sehingga biaya yang dikeluarkan lebih banyak.

Tujuan dari penelitian ini adalah:
1. Menginterpretasikan karakteristik menu makanan yang ditinjau dari kandungan gizi dan harga makanan dengan menggunakan analisis biplot.
2. Mengelompokan menu makanan berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan dengan menggunakan analisis klaster.
3. Membandingkan hasil analisis biplot dan analisis klaster.

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi oleh:
1. Data menu makanan adalah menu makan siang pasien rawat inap DM tipe 2 tanpa komplikasi kelas 1 dan 2 pada Rumah Sakit Dr. Mohammad Hoesin Palembang.
2. Data siklus menu makanan pasien diambil dalam jangka waktu bulan Januari-Juni 2016. Perputaran penyajian menu makanan selama 11 hari.
3. Biaya menu makanan adalah harga bahan makanan untuk lauk pauk dan harga bahan bakar untuk pengolahan. Biaya untuk mengolah makanan ini tidak termasuk harga upah kerja.
4. Karakteristik menu makanan ditinjau dari harga makanan dan nilai kandungan gizi yang meliputi nilai kalori, protein, lemak, dan karbohidrat.
5. Metode pengelompokan yang digunakan adalah metode pengelompokan hirarki yaitu menggunakan metode pautan lengkap.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder meliputi data menu makanan dan biaya bahan makanan yang diperoleh dari Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:
1. Menyusun matriks data ${}_n\mathbf{x}_p$; dengan *n* berupa objek dan *p* berupa peubah. Data objek berupa menu makanan dan variabel berupa harga makanan dan kandungan gizi pada menu makanan. Kandungan gizi meliputi kalori, protein, karbohidrat dan lemak.
2. Melakukan Analisis Komponen Utama (AKU) dan Penguraian Nilai Singular (PNS)

a. Menentukan vektor eigen dan nilai eigen dari matriks korelasi **R.**
b. Mengambil dua vektor eigen yang berpadanan dengan 2 nilai eigen terbesar pertama.
c. Menyusun matriks ${}_p\mathbf{H}_2$, yang vektor kolomnya berupa vektor eigen Langkah (b).
d. Mengambil dua skor komponen utama yang pertama sehingga terbentuk matriks ${}_n\mathbf{G}_2$.
e. Membuat plot dimensi dari matriks **G** dan matriks **H** dengan $\alpha = 1$.
f. Menghitung ukuran kesesuaian biplot berdasarkan persamaan:

$$\rho_2 = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\sum_{k=1}^{r} \lambda_k} \quad \textbf{(1)}$$

g. Menginterpretasikan plot yang telah terbentuk.

4. Melakukan proses pengklasteran dengan algoritma klaster hirarki dengan pautan lengkap, yaitu:

a. Merumuskan masalah pengklasteran dengan mendefinisikan *p* variabel serta *n* objek yang akan dikelompokkan.
b. Membuat matriks data **X** berukuran *nxp.*
c. Mentransformasikan data **X** menjadi matriks *proximity* dengan menghitung jarak antar objek dari matriks **X** berdasarkan persamaan:

$$d_{kl}^2 = \sum_{j=1}^{p} (x_{kj} - x_{lj})^2 \quad \textbf{(2)}$$

dengan:
x_{kj} : nilai peubah ke-*j* untuk objek ke-*k.*
x_{lj} : nilai peubah ke-*j* untuk objek ke-*l.*

d. Membuat dendogram dan menentukan banyaknya klaster.

$$d_{k(i,j)} = \text{maksimum}\{d_{ki}, d_{kj}\}. \quad \textbf{(3)}$$

e. Analisis hasil pengklasteran.

5. Membandingkan hasil analisis biplot dan analisis klaster.

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Data Penelitian*

Data yang digunakan meliputi data menu makan siang selama satu siklus (11 hari) dan harga makanan pada pasien penderita DM tipe 2 pada pasien rawat inap di kelas 1 dan 2. Data 37 jenis makanan digunakan sebagai objek amatan dengan karakteristik makanan meliputi kalori (Energi Total), protein (P), lemak (L), karbohidrat (KH), dan harga makanan sebagai jenis peubah yang diamati. Data mengenai nilai kandungan gizi dan harga makanan 37 menu makan siang dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan data komposisi zat gizi dan harga makanan pada Tabel 1, terdapat 37 menu makanan yang masing-masing meliputi sayuran, buah-buahan, dan dua jenis lauk-pauk yaitu hewani dan nabati. Pada beberapa macam menu makanan tersebut, meskipun menu makanan yang sama-sama termasuk kategori sayuran atau sama-sama termasuk buah-buahan tetapi nilai kandungan gizi dan harga makanannya berbeda. Hal ini tergantung dari komposisi atau campuran bahan dari makanan lauk-pauk tersebut.

TABEL 1. DATA KOMPOSISI KANDUNGAN GIZI MENU MAKAN SIANG DAN HARGA MAKANAN PENDERITA DM TIPE 2

Menu Makan Siang	Kalori (kkal)	Protein (gr)	Lemak (gr)	KH (gr)	Harga (Rp)
Daging bb bistik (s1)	253,5	15,9	20,8	0,6	8.481
Tahu gulai kuning (s2)	18,2	8,2	5,8	2,4	1.793
Sup kimlo (s3)	47,9	1,6	0,8	9,5	1.980,16
Buah jeruk mandarin (s4)	46,8	0,9	0,1	11,8	3.706,6
Tenggiri filet goreng (s5)	145	10,9	11,4	0	6.116
Tahu semur (s6)	13,6	9,1	4,8	2,5	2.365
...	...	...	...	...	...
Ayam bb kecap (s36)	20,2	14,4	9,4	0,6	5.005
Gado-gado (s37)	45,1	3,4	2,3	4,6	1.346,62

Sumber: Data Instalasi Gizi di Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang.

Berdasarkan Tabel 1, dapat disusun matriks **X** berukuran 37x5 yang elemen-elemennya adalah kandungan gizi dan harga makanan pada setiap menu makan siang. Jadi, dari 37 jumlah objek yang berupa menu makan siang terdiri dari 5 peubah, yaitu kalori (x_1), protein (x_2), lemak (x_3), karbohidrat (x_4), dan harga makanan (x_5).

3.2. *Hasil Analisis Biplot*

*3.2.1. Penentuan Matriks **R***

Berdasarkan matriks data ${}_{37}\mathbf{X}_5$ dapat dihitung nilai korelasi antar peubah karakteristik menu makan siang pada penderita DM tipe 2. Nilai-nilai korelasi antar peubah karakteristik dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. NILAI-NILAI KORELASI ANTAR PEUBAH KARAKTERISTIK MENU MAKAN SIANG PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2

	Kalori (x_1)	Protein (x_2)	Lemak (x_3)	Karbohidrat (x_4)	Harga (x_5)
Kalori (x_1)	1	0.25	0.49	0.13	0.45
Protein (x_2)	0.25	1	0.79	-0.57	0.52
Lemak (x_3)	0.49	0.79	1	-0.60	0.41
Karbohidrat (x_4)	0.13	-0.57	-0.60	1	-0.29
Harga (x_5)	0.45	0.52	0.41	-0.29	1

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh informasi bahwa nilai korelasi positif tertinggi terjadi pada lemak dan protein sebesar 0,79. Artinya, makanan yang berprotein tinggi cenderung mempengaruhi kandungan lemak yang tinggi juga. Nilai korelasi negatif tertinggi terjadi pada lemak dan karbohidrat sebesar -0,60.

3.2.2 Analisis Komponen Utama (AKU)

Tahap awal menentukan KU adalah mendapatkan nilai eigen dan vektor eigen dari matriks korelasi **R**, yaitu:

$\lambda_1 = 2{,}7964$, $\lambda_2 = 1{,}2069$, $\lambda_3 = 0{,}5932$, $\lambda_4 = 0{,}3269$ dan $\lambda_5 = 0{,}0765$

Dua vektor eigen $\mathbf{a}_1$, $\mathbf{a}_2$, yang bersesuaian dengan nilai eigen λ_1, λ_2 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 merupakan tabel yang berisi nilai dari vektor eigen Komponen Utama Pertama (KU 1) dan Komponen Utama Kedua (KU 2). Nilai-nilai dalam Tabel 3 tersebut merupakan elemen matriks ${}_5\mathbf{H}_2$. KU pertama dan kedua ini dikombinasikan terhadap peubah asal, seperti pada Tabel 4.

TABEL 3. DUA VEKTOR EIGEN PERTAMA DARI MATRIKS KORELASI

Vektor Eigen	
I	II
0,300	-0,731
0,529	0,161
0,545	0,033
-0,396	-0,597
0,419	-0,286

Nilai-nilai pada Tabel 3 merupakan nilai-nilai koefisien dua komponen utama (KU) untuk masing-masing peubah dengan kombinasi linear, yaitu:

KU 1

$$= 0{,}300\ x_1 + 0{,}529\ x_2 + 0{,}545\ x_3 - 0{,}396\ x_4 + 0{,}419\ x_5$$

KU 2

$$= -0{,}731\ x_1 + 0{,}161\ x_2 + 0{,}033\ x_3 - 0{,}597\ x_4 - 0{,}286\ x_5$$

Dengan mensubstitusikan semua nilai peubah dari setiap objek (dari Tabel 1) pada persamaan KU 1 dan KU 2 maka didapat skor komponen utama, seperti pada Tabel 4.

Skor KU 1 dan skor KU 2 pada Tabel 4 sebagai entri-entri matriks ${}_{37}\mathbf{G}_2$.

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

TABEL 4. SKOR KU 1 DAN KU 2

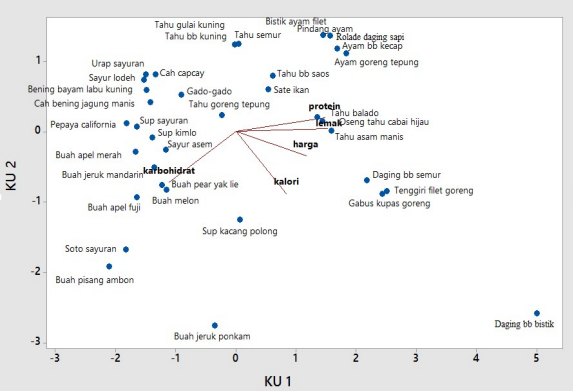
Menu Makanan	Skor KU 1	Skor KU 2
Daging bb bistik (s1)	5.00415	-2.58017
Tahu gulai kuning (s2)	-0.01487	1.23494
Sup kimlo (s3)	-1.3861	-0.08399
Buah jeruk mandarin (s4)	-1.35346	-0.50961
Tenggiri filet goreng (s5)	2.50925	-0.84566
Tahu semur (s6)	0.04949	1.24525
…	…	…
Ayam bb kecap (s36)	1.67955	1.17936
Gado-gado (s37)	-0.90048	0.52979

3.2.3. Pemetaan Biplot

Biplot merupakan hasil tumpang tindih dari matriks **G** dan **H** dimana matriks **G** memuat skor komponen utama yang merupakan titik-titik koordinat dari *n* objek dan matriks **H** memuat vektor eigen yang merupakan titik-titik koordinat dari *p* peubah.

Dengan mengambil nilai α = 1, diperoleh matriks **G** = **U L** dan **H** = **A**. Matriks **G** memuat skor komponen utama yang merupakan titik-titik koordinat dari 37 menu makanan. Elemen-elemen pada matriks **G** merupakan hasil dari skor komponen utama yang didapat pada Tabel 4. Setiap pasangan skor dari KU 1 dan KU 2 merupakan koordinat titik dari setiap menu makanan pada plot dua dimensi.

Matriks **G** yang mewakili menu makanan diplot sebagai titik dan matriks **H** diplot sebagai vektor yang berpusat pada koordinat pusat (0,0). Biplot yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pemetaan biplot untuk menu makanan dan karakteristiknya

3.2.4. Perhitungan Ukuran Kesesuaian Biplot

Ukuran kesesuaian biplot menu makan siang pada penderita DM diperoleh dari persamaan (1), sehingga diperoleh $\rho_2 = 0{,}8007$ artinya biplot yang dihasilkan adalah sangat baik, yang dapat merepresentasikan keragaman data sebesar 80,07%.

3.2.5. Interpretasi Hasil Analisis Biplot

Berdasarkan Gambar 1, diperoleh informasi kemiripan relatif antar objek pengamatan, hubungan antar peubah, nilai peubah pada suatu objek, dan keragaman peubah.

1. Kemiripan relatif menu makanan.

Berdasarkan posisi dari 37 menu makanan pada Gambar 1, maka dapat dilihat kemiripan relatif dari kedekatan antar menu makanan, yaitu:

- Tahu semur, tahu bb kuning, tahu gulai kuning, bistik ayam filet, pindang ayam, rolade daging sapi, ayam bb kecap, ayam goreng tepung, tahu bb saos, dan sate ikan adalah menu makanan dengan indikator yang hampir mirip yaitu protein yang cenderung tinggi. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar daging ayam dan tahu.
- Tahu balado, oseng tahu cabai hijau, dan tahu asam manis adalah menu makanan dengan indikator yang hampir mirip yaitu lemak yang cenderung tinggi. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar tahu.
- Daging bb semur, tenggiri filet goreng, dan gabus kupas goreng adalah kelompok makanan dengan indikator yang hampir mirip yaitu harga makanan dan kalori yang cenderung tinggi. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar daging ikan.
- Buah jeruk ponkam, buah pisang ambon, soto sayuran, buah apel fuji, sup kacang polong, buah melon, buah pear yak lie, buah jeruk mandarin, dan buah apel merah adalah kelompok menu makanan dengan indikator yang hampir mirip yaitu karbohidrat yang cenderung tinggi. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar buah-buahan.
- Urap sayuran, sayur lodeh, cah capcay, bening bayam labu kuning, cah bening jagung manis, gado-gado, tahu goreng tepung, pepaya california, sup sayuran, sup kimlo, sayur asem adalah menu makanan dengan indikator yang hampir mirip yaitu lemak yang cenderung rendah. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar sayuran.
- Daging bb bistik memiliki karakteristik yang berbeda dari menu makanan lainnya.

2. Hubungan antar karakteristik menu makanan.

- Antara protein dan lemak mempunyai korelasi positif yang cukup tinggi. Ini dapat dilihat semakin tinggi nilai lemak, maka semakin tinggi juga nilai protein.
- Antara kalori dan lemak saling berkorelasi positif rendah. Hal ini dapat dilihat dari tinggi nilai kalori, maka tinggi juga nilai harga, dengan perubahan nilai tidak terlalu signifikan.
- Antara lemak dan protein mempunyai korelasi sedang dengan karbohidrat.
- Antara karbohidrat dengan harga cenderung berkorelasi negatif sangat rendah.

3. Nilai karakteristik pada suatu menu makanan.

- Daging bb bistik merupakan menu makanan yang mempunyai kalori, protein dan lemak yang sangat tinggi dibandingkan dengan menu makanan lainnya.

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

- Buah jeruk ponkam merupakan menu makanan yang mempunyai karbohidrat yang sangat tinggi dibandingkan dengan menu makanan lainnya lalu diikuti dengan buah pisang ambon dan soto sayuran.
- Daging bb semur, tenggiri filet goreng dan gabus kupas goreng adalah menu makanan yang mempunyai kalori dan harga yang tinggi.

4. Keragaman karakteristik.
   Berdasarkan persentase keragaman yang dapat direpresentasikan dari biplot sebesar 80,07%. Karena menggunakan matriks korelasi **R** dan jika dilihat dari Gambar 1, maka semua peubah cenderung mempunyai panjang yang sama.

3.3. *Hasil Analisis Klaster*

Objek penelitian yang dikelompokkan dalam analisis klaster adalah 37 menu makan siang. Pengelompokan didasarkan atas 5 peubah karakteristik menu makanan yaitu kalori, protein, lemak, karbohidrat, dan harga makanan.

Untuk melihat menu makan siang yang memiliki kemiripan berdasarkan karakteristiknya, digunakan analisis klaster dengan metode pautan lengkap.

Langkah pertama dalam proses pengelompokan adalah membuat matriks jarak antar objek dari data yang terdiri dari 37 objek dan 5 peubah. Jarak antar objek (menu makanan) dihitung dengan jarak *Euclid.* Berdasarkan Tabel 1, perhitungan dengan jarak *Euclid* antara dua objek sebagai berikut:

$$d^2_{s1,s2} = (253{,}5-18{,}2)^2 + (15{,}9-8{,}2)^2 + \cdots + (8481-1793)^2 = 40{,}639$$
$$d^2_{s1,s3} = (23{,}5-47{,}9)^2 + (15{,}9-1{,}6)^2 + \cdots + (8481-1980{,}16)^2 = 47{,}705$$
$$d^2_{s1,s4} = (253{,}5-46{,}8)^2 + (15{,}9-0{,}9)^2 + \cdots + (8481-3706{,}6)^2 = 46{,}922$$
$$\vdots$$
$$d^2_{s35,s37} = (54{,}3-45{,}1)^2 + (2{,}2-3{,}4)^2 + \cdots + (2521{,}2-1346{,}62)^2 = 0{,}985$$
$$d^2_{s36,s37} = (20{,}2-45{,}1)^2 + (14{,}4-3{,}4)^2 + \cdots + (5005-1346{,}62)^2 = 9{,}352$$

Jarak antar objek (menu makanan) yang dihitung dengan jarak kuadrat Euclid ditampilkan dalam *Proximity Matrix*.

Langkah berikutnya adalah melakukan pengelompokan objek secara hirarki. Cara pembentukan kelompok dimulai dari dua objek paling mirip atau dua objek yang paling kecil jaraknya yang lebih dahulu digabungkan, kemudian dibuat matriks jarak baru. Setelah jarak yang baru terbentuk dilihat lagi jarak yang lebih dekat dan digabungkan kembali. Proses pengelompokan dihentikan setelah semua menu makanan berada dalam satu kelompok. Objek dengan jarak terdekat dari Tabel *Proximity Matrix* adalah s2 (Tahu gulai kuning) dan s22 (Tahu bb kuning), kemudian objek tersebut digabung menjadi (s2, s22), sehingga jumlah kelompok adalah 36. Kemudian dibuat matriks jarak baru, jarak yang akan mengalami perubahan adalah jarak yang melibatkan kelompok baru (s2, s22) yang dihitung menggunakan Persamaan (3) dan ditentukan berdasarkan Tabel *Proximity Matrix*, sehingga diperoleh:

$$d_{(s2,s22)s1} = \text{maks}\{d_{(s2,s1)}, d_{(s22,s1)}\}$$
$$= \text{maks}\{(40{,}639),(40{,}639)\} = 40{,}639$$
$$d_{(s2,s22)s3} = \text{maks}\{d_{(s2,s3)}, d_{(s22,s3)}\}$$
$$= \text{maks}\{(3{,}916),(3{,}916)\} = 3{,}916$$
$$d_{(s2,s22)s4} = \text{maks}\{d_{(s2,s4)}, d_{(s22,s4)}\}$$
$$= \text{maks}\{(6{,}002),(6{,}002)\} = 6{,}002$$
$$\vdots$$
$$d_{(s2,s22)s37} = \text{maks}\{d_{(s2,s37)}, d_{(s22,s37)}\}$$
$$= \text{maks}\{(1{,}710),(1{,}710)\} = 1{,}710$$

Setelah jarak yang baru terbentuk dilihat lagi menu makanan yang lebih mirip lagi yang dilihat dari nilai terkecil dari matriks jarak baru, kemudian digabungkan lagi. Berdasarkan Lampiran 3, objek dengan jarak terdekat adalah s22, s2 dan s6 kemudian objek tersebut digabung menjadi s2, s22, s6, sehingga jumlah kelompok adalah 35.

Langkah selanjutnya dibuat matriks jarak baru dan jarak yang akan mengalami perubahan adalah jarak yang melibatkan kelompok baru (s2, s22, s6) ditentukan berdasarkan lampiran 3, sehingga diperoleh:

$$d_{(s2,s22,s6)s1} = \text{maks}\{d_{(s2,s22,s1)}, d_{(s6,s1)}\}$$
$$= \text{maks}\{(40{,}639),(40{,}677\} = 40{,}677$$
$$d_{(s2,s22,s6)s3} = \text{maks}\{d_{(s2,s22,s3)}, d_{(s6,s3)}\}$$
$$= \text{maks}\{(3{,}916),(4{,}213)\} = 4{,}213$$
$$\vdots$$
$$d_{(s2,s22,s6)s37} = \text{maks}\{d_{(s2,s22,s37)}, d_{(s6,s37)}\}$$
$$= \text{maks}\{(1{,}710),(2{,}129)\} = 2{,}129$$

Setelah jarak yang baru terbentuk, maka dilihat kembali menu makanan yang lebih mirip yang dilihat dari nilai terkecil dari matriks jarak baru, kemudian digabungkan kembali, demikian seterusnya hingga pengelompokan ini dihentikan setelah semua menu makanan berada dalam satu kelompok. Proses ini dinamakan aglomerasi. Hasil pengelompokan dengan menggunakan SPSS dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 memperlihatkan tahap-tahap pengelompokan 37 menu makanan, dimana pada kolom *stage* 1 terbentuk satu kelompok dengan anggota objek 2 (Tahu gulai kuning) dan objek 22 (Tahu bb kuning). Jarak antara objek 2 dan 22 ditunjukkan pada kolom koefisien, yaitu 0 yang merupakan entri pada matriks *proximity*. Jarak kedua objek tersebut adalah yang terdekat dari sekian banyak kombinasi jarak dari 37 objek yang ada, kemudian jika dilihat pada kolom terakhir (*next stage*), terlihat angka 11. Hal ini berarti langkah pengelompokan selanjutnya dilakukan dengan *stage* 11. Karena metode yang digunakan adalah metode pautan lengkap, maka pada *stage* 11 (*next stage*)

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

koefisien untuk dua objek berikutnya adalah jarak maksimum yang terjadi antara objek terakhir yang digabungkan dengan dua objek terdahulu yaitu menggabungkan objek 2 (Tahu gulai kuning) dengan objek 22 (Tahu bb kuning), sehingga kelompok tersebut terdiri dari 3 objek atau menu makanan yaitu tahu gulai kuning, tahu bb kuning dan tahu semur. Angka pada kolom koefisien objek 2 (Tahu gulai kuning) dan objek 6 (Tahu semur) adalah jarak maksimum yang terjadi antar objek terakhir yang bergabung (Tahu semur) dengan dua objek terdahulu (Tahu gulai kuning dan tahu bb kuning).

Demikian seterusnya dari *stage* 11 ke *stage* 23, dari *stage* 23 ke *stage* 30 dan selanjutnya sampai semua proses pengelompokan berakhir, yakni jika *next stage* adalah 0. Hasil dari pengelompokan pada Gambar 2 ditampilkan dalam bentuk dendogram pada Gambar 3.

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	2	22	.000	0	0	11
2	9	21	.000	0	0	16
3	12	30	.017	0	0	13
4	7	33	.039	0	0	6
5	28	32	.044	0	0	12
6	7	23	.050	4	0	14
7	15	20	.053	0	0	21
8	11	29	.054	0	0	14
9	31	36	.090	0	0	22
10	3	35	.097	0	0	15
11	2	6	.134	1	0	23
12	18	28	.157	0	5	30
13	4	12	.193	0	3	20
14	7	11	.291	6	8	19
15	3	8	.292	10	0	21
16	9	17	.312	2	0	22
17	19	24	.340	0	0	29
18	13	25	.604	0	0	26
19	7	37	.617	14	0	24
20	4	16	.638	13	0	27
21	3	15	.716	15	7	24
22	9	31	.946	16	9	28
23	2	14	1.456	11	0	30
24	3	7	1.701	21	19	27
25	10	27	1.793	0	0	28
26	5	13	2.067	0	18	32
27	3	4	4.032	24	20	33
28	9	10	4.112	22	25	31
29	19	34	5.944	17	0	35
30	2	18	6.303	23	12	31
31	2	9	9.386	30	28	33
32	5	26	12.517	26	0	34
33	2	3	16.932	31	27	34
34	2	5	20.526	33	32	35
35	2	19	26.131	34	29	36
36	1	2	54.353	0	35	0

Gambar 2. Aglomerasi dalam pengelompokan menu makanan

Dendogram merupakan suatu alat grafis untuk menyajikan hasil pengelompokan yang memvisualisasikan hasil analisis klaster. Garis vertikal atau tegak menunjukkan kelompok yang digabung bersama.

Proses aglomerasi pada pembentukan dendogram ini berjalan ke arah kanan, dengan menggunakan panjang garis yang semakin ke kanan, sampai diputuskan untuk memilih pengelompokan. Berdasarkan Gambar 3 diputuskan untuk mengambil lima kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari:

Kelompok 1: Daging bb bistik.

Kelompok 2: Buah jeruk ponkam, Buah pisang ambon, Soto sayuran.

Kelompok 3: Sup kacang polong, Tenggiri filet goreng, Daging bb semur, Gabus kupas goreng.

Kelompok 4: Cah capcay, Sayur lodeh, Urap sayuran, Bening bayam labu kuning, Cah bening jagung manis, Gado-gado, Sup sayuran, Pepaya california, Sup kimlo, Sayur asem, Buah apel merah, Buah apel fuji, Buah jeruk mandarin, Buah melon, Buah pear yak lie.

Kelompok 5: Tahu gulai kuning, Tahu bb kuning, Tahu semur, Tahu goreng telur, Oseng tahu cabai hijau, Tahu balado, Tahu asam manis, Ayam goreng tepung, Ayam bb kecap, Pindang ayam, Bistik ayam filet, Rolade daging ayam, Tahu bb saos, Sate ikan.

Berdasarkan lima kelompok yang diperoleh dapat dilihat rata-rata karakteristik pada setiap kelompok, sehingga dapat diketahui karakteristik yang dominan menjadi ciri dari setiap kelompok, yang dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5. NILAI RATA-RATA KARAKTERISTIK MENU MAKANAN PADA MASING-MASING KELOMPOK MENU MAKANAN

Karakteristik	Kelompok				
	1	2	3	4	5
Kalori	253,5	109,93	111,67	41,33	38,69
Protein	15,9	4,87	8,7	1,3	10,57
Lemak	20,8	1,27	7,22	0,53	8,56
Karbohidrat	0,6	23,37	3	8,91	1,89
Harga	8.481	2.014,2	7.774,25	2.173,15	3.413,14

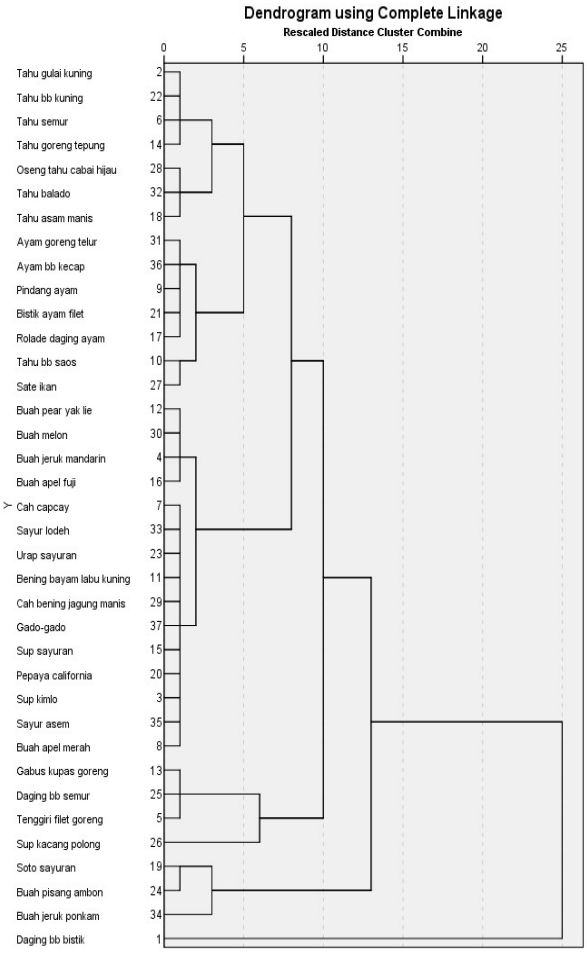
Tabel 5 memperlihatkan ciri yang ada pada masing-masing kelompok. Kelompok 1 hanya terdiri dari satu menu makanan, yaitu daging bb bistik. Kelompok ini merupakan kelompok yang memiliki nilai kalori, protein, lemak dan harga yang tertinggi dibandingkan dengan keempat kelompok lainnya dan karbohidrat yang terendah.

Kelompok 2 hanya terdiri dari tiga menu makanan yaitu buah jeruk ponkam, buah pisang ambon, dan soto sayuran. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar buah-buahan. Kelompok ini merupakan kelompok yang dicirikan oleh tingginya karbohidrat, lemak yang rendah, dan harga makanan yang relatif lebih murah.

Kelompok 3 terdiri dari empat menu makanan yaitu sup kacang polong, tenggiri filet goreng, daging bb semur, dan gabus kupas goreng. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar daging ikan. Kelompok ini dicirikan dengan nilai kalori dan harga makanan yang tinggi.

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1



Gambar 3. Dendogram pengelompokan menu makanan

Kelompok 4 terdiri dari 15 menu makanan, yaitu cah capcay, sayur lodeh, urap sayuran, bening bayam labu kuning, cah bening jagung manis, gado-gado, sup sayuran, pepaya california, sup kimlo, sayur asem, buah apel merah, buah apel fuji, buah jeruk mandarin, buah melon, buah pear yak lie. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar sayuran dan buah-buahan. Kelompok ini dicirikan dengan rendahnya protein dan lemak dibandingkan dengan kelompok lainnya. Kelompok 5 terdiri dari 14 menu makanan, yaitu tahu gulai kuning, tahu bb kuning, tahu semur, tahu goreng telur, oseng tahu cabai hijau, tahu balado, tahu asam manis, ayam goreng tepung, ayam bb kecap, pindang ayam, bistik ayam filet, rolade daging ayam, tahu bb saos, sate ikan. Jenis olahan makanan ini mayoritas berbahan dasar tahu dan daging ayam. Kelompok ini dicirikan dengan tingginya nilai protein dan rendahnya nilai kalori dibandingkan dengan rata-rata nilai protein dan kalori kelompok lainnya.

3.4. *Perbandingan Hasil Analisis Biplot dan Analisis Klaster*

Hasil interpretasi analisis biplot dalam kemiripan relatif menu makanan diperoleh dari kedekatan posisi 37 menu makanan sedangkan hasil analisis klaster dari interpretasi dendogram. Perbandingan hasil analisis biplot dan analisis klaster dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6, kelompok beserta anggotanya dari hasil analisis biplot dan analisis klaster cenderung sama. Sebagian besar menu makanan anggota kelompok 2 hasil analisis biplot termasuk di anggota kelompok 4 hasil analisis klaster. Anggota kelompok 6 pada hasil analisis biplot merupakan anggota kelompok 5 dari hasil analisis klaster, sehingga kelompok 5 dari analisis klaster sama dengan gabungan kelompok 5 dan 6 pada hasil analisis biplot.

TABEL 6. PERBANDINGAN HASIL ANALISIS BIPLOT DAN ANALISIS KLASTER

Kelompok	Analisis Biplot		Analisis Klaster	
	Menu Makan siang	Ciri Utama	Menu makan Siang	Ciri utama
Kelompok 1	Daging bb bistik	Memiliki karakteristik yang berbeda dari menu yang lain.	Daging bb bistik	Memiliki nilai kalori, protein, lemak dan harga yang tertinggi.
Kelompok 2	Buah jeruk ponkam Buah pisang ambon Soto sayuran Buah apel fuji Sup kacang polong Buah melon Buah pear yak lie Buah jeruk mandarin Buah apel merah	Karbohidrat cenderung tinggi. Mayoritas berbahan dasar buah-buahan.	Buah jeruk ponkam Buah pisang ambon Soto sayuran	Karbohidrat tinggi. Lemak cenderung rendah. Harga makanan relatif murah.
Kelompok 3	Daging bb semur Tenggiri filet goreng Gabus kupas goreng	Tingginya kalori. Harga makanan cenderung tinggi. Mayoritas berbahan dasar ikan.	Sup kacang polong Tenggiri filet goreng Daging bb semur Gabus kupas goreng	Tingginya kalori. Harga makanan cenderung tinggi.
Kelompok 4	Urap sayuran Sayur lodeh Cah capcay Bening bayam labu kuning Cah bening jagung manis Gado-gado Tahu goreng tepung Pepaya california Sup sayuran Sup kimlo Sayur asem	Lemak cenderung rendah. Mayoritas berbahan dasar sayuran.	Cah capcay Sayur lodeh Urap sayuran Bening bayam labu kuning Cah bening jagung manis Gado-gado Sup sayuran Pepaya california Sup kimlo Sayur asem Buah apel merah Buah apel fuji Buah jeruk mandarin Buah melon Buah pear yak lie	Protein rendah. Lemak rendah. Mayoritas berbahan dasar sayuran dan buah-buahan.
Kelompok 5	Tahu semur Tahu bb kuning Tahu gulai kuning Bistik ayam filet Pindang ayam Rolade daging sapi Ayam bb kecap Ayam goreng tepung Tahu bb saos Sate ikan	Protein cenderung tinggi. Mayoritas berbahan dasar daging ayam dan tahu.	Tahu gulai kuning Tahu bb kuning Tahu semur Tahu goreng tepung Oseng tahu cabai hijau Tahu balado Tahu asam manis Ayam goreng tepung Ayam bb kecap Pindang ayam Bistik ayam filet Rolade daging sapi Tahu bb saos Sate ikan	Protein tinggi. Rendah kalori. Mayoritas berbahan dasar daging ayam dan tahu.
Kelompok 6	Tahu balado Oseng tahu cabai hijau Tahu asam manis	Lemak cenderung tinggi.		

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

ISBN : 978-979-587-813-1
Vol.4 No.1

Jika dilihat dari kandungan gizi menu makanan, kelompok yang mempunyai karbohidrat tinggi, lemak dan protein yang rendah adalah mayoritas kelompok buah-buahan dan sayuran. Kelompok menu makanan yang mempunyai kalori dan harga yang relatif tinggi adalah mayoritas menu makanan berbahan dasar ikan. Kelompok menu makanan yang memiliki protein tinggi dan kalori yang rendah adalah mayoritas menu makanan berbahan dasar tahu dan daging ayam.

Berdasarkan hasil pengelompokan menu makanan menggunakan analisis biplot dan analisis klaster, maka dapat dilihat bahwa menu makan siang penderita DM setiap hari berasal dari kelompok yang berbeda.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan:

1. Dilihat dari karakteristik menu makanan menggunakan analisis biplot berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan, kelompok yang mempunyai karbohidrat tinggi adalah mayoritas makanan berbahan dasar buah-buahan. Kelompok menu makanan yang memiliki kalori dan harga yang relatif tinggi adalah mayoritas berbahan dasar ikan. Kelompok menu makanan yang memiliki lemak cenderung rendah adalah mayoritas berbahan dasar sayuran. Kelompok menu makanan yang berprotein tinggi adalah mayoritas berbahan dasar tahu dan daging ayam.
2. Berdasarkan hasil analisis klaster, dapat dibentuk menjadi 5 kelompok menu makanan, yaitu kelompok 1 daging bb bistik yang mempunyai kalori, protein, lemak, dan harga yang paling tinggi serta karbohidrat yang paling rendah. Kelompok 2 mayoritas makanan berbahan dasar buah-buahan, kelompok 3 mayoritas makanan berbahan dasar daging ikan, kelompok 4 mayoritas makanan berbahan dasar sayuran dan buah-buahan, dan kelompok 5 mayoritas makanan berbahan dasar tahu dan daging ayam.
3. Pengelompokan menu makanan berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan dari hasil analisis biplot dan analisis klaster sebagian besar sama.

REFERENSI

[1] Almatsier and S., *PT. Gramedia Pustaka Umum*. Jakarta, 2006.
[2] R. A. Johnson and D. W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2007.
[3] I. T. Jolliffe, *Principal Component Analysis*, 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 2002.
[4] Härdle & Simar, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 2nd ed. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2007.
[5] H. Medriosa, "Metode Cluster Analysis," *Jurnl Momentum*, vol. Jurnal Mom, no. 2, 2014.
[6] U. Sumarwan, Y. H. Effendi, and S. Dadang, "Penggunaan metode goal programming dalam perencanaan diet diabetes melitus," *J. Media Gizi dan Kel.*, vol. 23, no. 1, pp. 15–24, 1999.
[7] M. Mardiyah, "Optimalisasi kebutuhan gizi pada menu makanan penderita diabetes melitus dengan metode Branch and Bound," Universitas Brawijaya, 2014.